



ALEXANDRE DO AMARAL DAIA

**BENEFÍCIOS PRODUZIDOS PELA EMPREGABILIDADE DE
AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS NA
AGRICULTURA 4.0**

LAVRAS-MG

2023

ALEXANDRE DO AMARAL DAIA

**BENEFÍCIOS PRODUZIDOS PELA EMPREGABILIDADE DE AERONAVES
REMOTAMENTE PILOTADAS NA AGRICULTURA 4.0**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Agrícola,
para obtenção do título em Bacharel.

Prof. Dr. Gabriel Araújo e Silva Ferraz
Orientador

LAVRAS-MG

2023

RESUMO

A Agricultura 4.0 consiste na produção agrícola baseada em conteúdo digital, com tecnologia de ponta e conectividade em todos os elos da cadeia produtiva (pré-produção, produção e pós-produção). Tem como objetivo garantir a segurança alimentar e o desenvolvimento da sustentabilidade. Tais tecnologias auxiliam na tomada de decisões, sejam elas: estratégicas da gestão, agregação de valores, otimização no uso de insumos e de recursos naturais, rastreabilidade e transparência do processo de produção, além de permitir melhorias de rentabilidade, eficiência e competitividade no mercado nacional e internacional. Com isso, para alcançar um equilíbrio entre o custo efetivo e a produção de alta qualidade, os desenvolvedores de tecnologia aplicada à agricultura e os agricultores estão recorrendo ao uso de aeronaves remotamente pilotadas (*Remotely Piloted Aircraft* - RPA) nos últimos anos, transformando as atividades agrícolas. Isso deve-se a capacidade de tais equipamentos embarcar outros dispositivos como câmeras e sensores que propicie a coleta de dados, fornecendo uma visão panorâmica de toda a área. Diante deste contexto, o presente trabalho abordou os benefícios produzidos pela empregabilidade dessas aeronaves na agricultura 4.0. Apresentando como o objetivo principal o levantamento de informações sobre a amplitude que o uso de RPA representa dentro das atividades agrícolas desenvolvidas. Este trabalho empregou a metodologia de revisão bibliográfica como abordagem para alcançar seus objetivos e responder à pergunta norteadora. Possibilitando chegar no entendimento e na magnitude da empregabilidade das RPA em diversos setores da agricultura, tornando uma ferramenta altamente favorável e resultante de pontos positivos para o setor agrícola.

Palavras-chave: Agricultura de precisão. Agronegócio. Produtividade. Tecnologia. RPA

ABSTRACT

Agriculture 4.0, consisting of agricultural production based on digital content, with cutting-edge technology and connectivity in all links of the production chain (pre-production, production and post-production), with the objective of ensuring food security and the development of sustainability. It is also stated that these technologies help in decision-making, be they management strategies, value aggregation, optimization in the use of inputs and natural resources, traceability and transparency of the production process, in addition to allowing improvements in profitability, efficiency and consequently improving competitiveness in the national and international market. Therefore, to achieve a balance between cost-effectiveness and high-quality production, agricultural technology developers and farmers have been turning to the use of Remotely Piloted Aircraft (RPA) in recent years, transforming agricultural activities. The main reason for this occurrence is the possibility of this equipment being equipped with other devices, such as cameras and elements that enable data collection, providing a panoramic view of the entire area. Given this context, this work addresses the benefits produced by the use of RPA in agriculture 4.0. The main objective of this work will be to gather information about the scope that the use of RPA represents within the agricultural activities carried out. It is noteworthy that, for the preparation of this extremely important work, the bibliographic review methodology was used as a method to reach the desired expectations and for the guiding question to be answered. Making it possible to understand the magnitude of the employability of RPA in all fields of agriculture, making it a highly favorable tool and resulting in positive points for the agricultural sector.

Keywords: Agribusiness. Precision Agriculture. Productivity. Technology

SIGLAS E ABREVIATURAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ARPAnet	Agência de Projetos de Pesquisas Avançadas
BVLOS	<i>Beyond Visual Line-of-Sight</i> (Voo Além da Linha de Visada Visual)
DECEA	Departamento de Controle de Espaço Aéreo
EVLOS	Extended Visual Line-of-Sight (Limite Estendido de Voo Visual Permitido)
GPS	Sistema Global de Posicionamento
ICA	Instrução do Comando Aéreo
IoT	Internet das coisas
IV	Índice de Vegetação
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NDVI	Índice de Vegetação de diferença normalizada
OACI	Organização da Aviação Civil Internacional
RFID	Identificação por radiofrequência Passiva
RNP	Rede Nacional de Pesquisas
RPA	<i>Remotely Piloted Aircraft</i> (Aeronaves Remotamente Pilotadas)
SARPAS Tripuladas	Sistema de Solicitação de Acesso ao Espaço Aéreo por Aeronaves não Tripuladas
Séc.	Século
SINDAG	Sindicato Nacional de Empresas de Aviação Agrícola
SISANT	Sistema de Aeronaves não tripuladas
SR	Sensoriamento Remoto
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
VANT	Veículo Aéreo não Tripulado
VLOS	<i>Visual Line-of-Sight</i> (Limite Máximo de Voo Visual Permitido)

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Tipos de operação por RPA quanto ao alcance visual do operador agricultura	28
Figura 02 – Modelos de RPAs utilizados na agricultura	30
Figura 03 – Imagem adquirida por um RPA em propriedade agrícola	32
Figura 04 – Captura de imagem da produção de soja a uma distância de 50 metros	33
Figura 05 – Resposta da vegetação em diferentes bandas e condições	35
Figura 06 – Empregabilidade de RPA na pulverização	37
Figura 07 – RPA pulverizador	38
Figura 08 – Tabela Delta T para tomada de decisão para aplicação de defensivos ..	40
Figura 09 – Utilização de RPAs no monitoramento de gado	41
Figura 10 – Planta topográfica com curvas de nível	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 BREVE INTRODUÇÃO AO SURGIMENTO DOS MEIOS COMPUTACIONAIS E DA INTERNET	9
2.1 PROMOÇÃO DA QUALIDADE COMO RECURSO PROPORCIONADOR DO CRESCIMENTO	12
2.2 ADMINISTRAÇÃO DO TEMPO E DO PLANEJAMENTO	14
3 BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO ACERCA DA PROPRIEDADE RURAL.....	16
3.1 DA AGRICULTURA BRASILEIRA E A SUA EVOLUÇÃO AO LONGO DOS ANOS	16
3.2 DA AGRICULTURA 4.0	18
3.3 DO AGRONEGÓCIO	20
3.3.1 DEFINIÇÃO DE AGRONEGÓCIO	20
3.3.2 O AGRONEGÓCIO E A SUA IMPORTÂNCIA PARA O BRASIL.....	22
3.4 BENEFÍCIOS DA AGRICULTURA 4.0 PARA O AGRONEGÓCIO	23
4 AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (<i>REMOTELY PILOTED AIRCRAFT - RPA</i>)	25
4.1 REGULAMENTAÇÃO	26
4.2 EMPREGABILIDADE DAS RPA NO SETOR AGRÍCOLA	29
4.3 AVALIAÇÃO DAS PLANTAÇÕES UTILIZANDO RPA.....	31
4.4 APLICAÇÕES DE PRODUTOS NAS PLANTAÇÕES	36
4.5 INSTRUMENTO DE CONTAGEM PARA O GADO	40
4.6 TOPOGRAFIA COM RPA.....	42
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

O setor agrícola tem como constância a variabilidade, e como as práticas agrícolas vem se transformando nas últimas décadas, passou-se a exigir dos agricultores uma adaptação cada vez mais dinâmica. Isso significa aplicar recursos eficazes em termos de custos e tecnologia que possam levá-los a um monitoramento mais efetivo. Assim, diante das inovações cada vez mais presentes no setor agrícola, os produtores vêm enfrentando desafios diversos, como mudanças climáticas e provisões de rendimentos agrícolas para atender às necessidades globais. Além disso, estima-se que o aumento da população mundial tende a elevar a demanda por alimentos em uma relação bem mais variável do que uma simples proporcionalidade.

Com isso, aumentar a produtividade na produção de alimentos significa que os agricultores precisarão de ferramentas tecnológicas capazes de ajudá-los a analisarem os dados agrícolas que coletam, acelerando a produção e, ao mesmo tempo, garantindo a manutenção dos padrões de qualidade.

Neste contexto surge a transformação digital no campo, ou seja, a Agricultura 4.0, cujo objetivo é a produção agrícola com tecnologia de ponta e conectividade em todos os elos da cadeia produtiva (pré-produção, produção e pós-produção), afim de garantir a segurança alimentar e o desenvolvimento da sustentabilidade. Afirma-se ainda que essas tecnologias auxiliam na tomada de decisões, sejam elas as estratégicas da gestão, agregação de valores, otimização no uso de insumos e de recursos naturais, rastreabilidade e transparência do processo de produção, além de permitir melhorias de rentabilidade, eficiência e por consequência melhorando a competitividade no mercado nacional e internacional.

Assim, destaca-se a automatização das fazendas pelos agricultores e a empregabilidade de aeronaves tripuladas para inspecionarem as suas terras, bem como, para a aplicação de pesticidas e para o monitoramento do gado. No entanto, o custo estimado da contratação destas aeronaves tripuladas vem se tornando altamente elevado, o que para muitos não se mostra como uma prática sustentável.

Com isso, para alcançar um equilíbrio entre o custo efetivo e a produção de alta qualidade, os desenvolvedores de tecnologia aplicada à agricultura e os agricultores estão recorrendo ao uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (Remotely Piloted Aircraft - RPA) nos últimos anos, transformando as atividades agrícolas.

Apresentando como principal razão para esta ocorrência está a possibilidade destes equipamentos poderem ser equipados com outros dispositivos, como câmeras e sensores que propiciem a coleta de dados, fornecendo uma visão panorâmica de toda a área. Seja ajudando no reconhecimento de pragas ou na identificação de manchas secas na fazenda que podem ser regadas para melhorar a produção. Promovendo assim, o crescimento da utilização da tecnologia de RPA, e impactando positivamente, o setor agrícola.

Diante deste contexto, o presente trabalho abordou os benefícios produzidos pela empregabilidade de RPA na agricultura 4.0. Apresentou-se como problemática a ser respondida ao longo da confecção deste estudo o seguinte questionamento: Quais as principais áreas da agricultura que as RPA podem ser utilizados, beneficiando assim a produtividade no campo?

Desta forma, e levando em conta o questionamento exposto, objetivou-se com esta revisão bibliográfica levantar informações sobre a amplitude que o uso dessas aeronaves representa dentro das atividades agrícolas desenvolvidas afim de responder à pergunta norteadora.

2 BREVE INTRODUÇÃO AO SURGIMENTO DOS MEIOS COMPUTACIONAIS E DA INTERNET

No contexto do desenvolvimento computacional, a criação do computador foi, sem dúvida, um grande marco para o desenvolvimento tecnológico, no qual proporcionou uma maior eficácia nos trabalhos realizados pelos homens, automatizando todos os sistemas operacionais e em todos os setores profissionais. Partindo-se desta premissa, Cardi (2002) afirma que a Segunda Guerra Mundial se constituiu como o ponto alvo para o surgimento destes equipamentos, pois os setores militares dos países envolvidos na guerra queriam construir um computador pelo qual fosse capaz de decodificar as mensagens repassadas pelos seus inimigos, em um tempo mais rápido e ágil.

Sendo assim, os primeiros computadores foram fabricados no ano de 1946, tendo como característica principal a utilização de válvulas eletrônicas para o seu funcionamento, constituindo a primeira geração dos computadores (CARDI, 2002). Já a segunda geração que, de acordo com Cardi (2002), teve o seu início no final da

década de 50, foi marcado pela substituição das válvulas eletrônicas por transistores. Estes computadores foram caracterizados, principalmente, pelo seu tamanho reduzido, possibilitando a redução do preço e tornando-se, conseqüentemente, acessível para os setores industriais privados. A terceira geração foi marcada pela utilização de circuitos integrados, cujo o seu tempo de processamento era em torno de nanossegundos, marcando o surgimento de minicomputadores e o desenvolvimento de softwares por volta do ano de 1967 (CARDI, 2002). A quarta geração foi marcada pela utilização de meios tecnológicos avançados, como os circuitos unidos em escalas maiores de integração, ou seja, a utilização de microprocessadores. E por fim, a quinta geração dos computadores, que teve início em 1981, com o lançamento de um projeto, advindo dos japoneses, para unir as tecnologias provenientes dos *hardwares* e *softwares* com o intuito de constituir um computador inteligente (CARDI, 2002).

Para Silva (2001) a internet tem o seu surgimento no ano de 1962, no período que ficou conhecido como “guerra fria”, em que estudiosos e cientistas norte-americanos começaram a realizar pesquisas com o intuito de criar um sistema que fosse capaz de sobressair aos bombardeiros aéreos dos inimigos, possibilitando a interligação de vários computadores, e que fosse capaz de proporcionar o compartilhamento de informações entre si, de forma segura e rápida. Assim, passados sete anos, foi instituída a primeira versão deste sistema, ficando conhecida como Agência de Projetos de Pesquisas Avançadas (ARPAnet).

Diante de tal fato, e seguindo os pensamentos de Silva (2001), com os avanços tecnológicos acontecendo, este sistema passou a ser utilizado também para proporcionar a interligação das instituições de ensino superior dos Estados Unidos. E logo em seguida passou a ser utilizado nos institutos de pesquisas de outros países.

Já no Brasil, de acordo com Bogo (2000), a Internet teve o seu surgimento precisamente no ano de 1991, incorporada pela Rede Nacional de Pesquisas (RNP), com o intuito de interligar as instituições universitárias com as redes de pesquisas. Entretanto, somente em 1995 que o Ministério de Comunicações e de Ciência e Tecnologia concedeu autorização para que esta fosse comercializada.

Assim, Garcia (2000) relata que a internet passou a ser considerada, por muitos, como a pivô para que os meios tecnológicos atingissem a sua evolução, superando barreiras ao propiciar uma maior aproximação entre os indivíduos. Desta forma, a internet vem adquirindo o seu papel de fundamental importância para com a

sociedade nos dias atuais. Além disso, a internet pode ser vista como um instrumento eficaz para a comunicação e de aprendizagem, em razão de possibilitar a localização de recursos informativos que, de modo virtual, proporciona adquirir conhecimentos nas mais variadas áreas pelas quais se deseja (GARCIA, 2000).

Para Silva (2001), a Internet pode ser compreendida como um sistema de dispositivos unidos entre si pelas quais acabam gerando uma determinada conectividade, proporcionando desta forma prestação de serviços de caráter informativo mundial. Ou seja, constitui-se de um aglomerado de redes pelas quais se encontram interligadas entre si gerando uma ampla teia, que vem a propiciar que de qualquer parte do território mundial os indivíduos possam se interligar com outras pessoas.

Já Rosa (2007) define a internet como:

[...] um conjunto de redes de computadores interligados pelo mundo inteiro, que têm em comum um conjunto de protocolos e serviços, possuindo a peculiaridade de funcionar pelo sistema de trocas de pacotes e cada pacote pode seguir rota distinta para chegar ao mesmo ponto (ROSA, 2007, p. 35).

Diante disso, Teixeira e Paula (2017) destacam que:

Os avanços tecnológicos modificaram a forma de comunicação e a interação dos indivíduos, criando novos vínculos, tornando acessíveis informações pessoais dos sujeitos, como fotos, perfis sociais e documentos armazenados digitalmente, formando o “acervo digital” da geração tecnológica [...] (TEIXEIRA; PAULA, 2017, p. 41).

Com o desenvolvimento da internet, desde a sua criação até os dias de hoje, constatou-se que aproximadamente 4,5 bilhões de pessoas em todo mundo já utilizam a internet, sendo que 3,8 bilhões possuem contas ativas em redes sociais (KEMP, 2023). O número de pessoas que possuem celulares também cresceu, sendo 5,2 bilhões de pessoas atualmente, um aumento de 124 milhões de pessoas no mundo em apenas um ano, o equivalente a 2,4% (MORENO, 2020 *apud* ALVES; FANTE, 2022).

2.1 PROMOÇÃO DA QUALIDADE COMO RECURSO PROPORCIONADOR DO CRESCIMENTO

O mercado consumidor vem nos últimos anos se destacando por apresentar uma elevada tendência de competitividade exercidas pelas organizações empresariais, não se importando o ramo de atividade desenvolvidas por elas, seja na prestação de serviços como também na instituição de produtos, fazendo com que assim passasse a ser exigido a procura cada vez maior de uma qualidade como recurso de sobrevivência diante desta nova conjuntura.

Corroborando com esta ideia Souza, Griebeler e Godoy (2007) explanam que o fornecimento de mercadorias com teores de qualidade elevada tornou-se um dos principais pontos para que as organizações passem a continuarem exercendo as suas funções dentro de um mercado consumista altamente exigente.

Diante disso, Cobra e Rangel (1993) afirmaram que as taxas de ocorrência de possíveis fracassos sejam minimizados a partir da introdução de mecanismos, sendo estes com o intuito de possibilitar o melhoramento da qualidade dos serviços e produtos praticados e manufaturados pelos setores empresariais. Provocando assim, conseqüentemente, o aumento de competitividade em face aos seus concorrentes. Tornando assim a qualidade como algo a ser atingido, pois através dela as empresas passarão a ter plena capacidade de sobrevivência, entendendo e aceitando os anseios dos clientes como forma de se atingir os resultados almejados.

Desta forma, nota-se que a qualidade passa a apresentar as suas características de acordo com o requisitado e necessitado pela ala consumidora, passando a seguir as constantes mudanças de pensamentos e desejos exteriorizadas pelos consumidores. Sendo assim, a aplicação da qualidade em produtos e serviços passa a ser entendida, como bem esclarecido por Feigenbaum (1994, p. 8) como sendo a “[...] combinação de características e produtos”, de maneira a satisfazer as aspirações exteriorizadas pela classe consumidora.

Assim as organizações, sendo neste caso as prestadoras de serviços no ramo da construção, necessitam que os seus olhares se direcionem para os seus clientes, antecipando o reconhecimento dos seus desejos como forma de se chegar ao resultado requerido e com qualidade, fazendo com que, em razão a tal fato, a relação cliente e prestador de serviços venha a ser dar de maneira duradoura.

Salienta-se, diante desta contextualização, que a instrumentalização dos recursos inspeccionais vão se modificando de maneira constante e independentemente em virtude de estarem ligadas ao processo de qualidade. Desta forma, e de acordo com Marshall Junior (2008), a partir da Segunda Guerra Mundial tem-se a instituição de um novo processo de controle da qualidade pela qual veio a ficar conhecido como processo estatístico da qualidade. Fazendo com que assim os recursos destinados para com as inspeções passassem a se tornarem meios qualificados e precisos, possibilitando que houvesse o melhoramento do resultado final dos produtos desenvolvidos pelas organizações. O autor supracitado menciona ainda que:

O controle de processo foi o fundamento para o desenvolvimento das técnicas para controle estatístico da qualidade. Ao estruturar organizadamente as etapas que compõem a realização de um trabalho ou tarefa, incluindo o seu fluxo, insumos, atividades realizadas e produtos gerados, é possível obter muitas informações sistematizadas e perceber pontos críticos, oportunidades de melhoria e, principalmente, as variações ou flutuações devidas a causas normais (intrínsecas à natureza do processo) e as devidas a causas normais ou específicas (MARSHALL JUNIOR, 2008, p. 24).

Assim, entendeu-se que o processo estatístico de qualidade passa a constituir-se como um mecanismo a ser empregado como método auxiliador no controle da qualidade, vindo a propiciar a identificação de anomalias provenientes das produções promovidas pelas empresas. Fazendo assim, com que desta forma seja provocado, conseqüentemente, a minimização de produção de produtos desenvolvidos fora dos padrões estabelecidos, contribuindo inevitavelmente para a diminuição dos custos dispendidos.

Sendo assim, Paladini (2007) expõe que a realização da gestão da qualidade vem a significar que seja possível assegurar que a manufatura de produtos e a prestação de serviços passem a se adequarem conforme a sua destinação requerida, tornando o processo de qualidade a ser aplicado em todos os setores organizacionais de forma a possibilitar o seu desenvolvimento. Desta forma, necessitando que este processo seja desempenhado por todos como forma de satisfazerem os anseios da classe consumidora.

Afirma-se que, nos últimos tempos, a prática de recursos que possibilitem uma melhor qualidade dos produtos e serviços faz parte das empresas, não importando o seu ramo de atividade, passando elas a investirem cada vez mais em mecanismos

quantitativos e precisos que possibilitem produção e execução de produtos ou serviços de maneira eficaz, tornando a ocorrência de possíveis anomalias inexistente, mas caso ocorra, seja logo descoberto e resolvido.

2.2 ADMINISTRAÇÃO DO TEMPO E DO PLANEJAMENTO

Um das maiores preocupações da sociedade atualmente vem a ser a falta de tempo para a realização de todas as suas atividades como gostaria que fosse. Principalmente pelo fato dele ser irreversível em razão de não poder tê-lo novamente. Fazendo com que os seres humanos passem a controlar aquilo que é incontrolável. Conforme vem a preceituar Bliss (1993):

O tempo é finito, escasso e muito importante. Tempo é vida e desperdiçar tempo é desperdiçar vida, o tempo torna-se maior ou menor dependendo da capacidade de administrá-lo. O tempo uma vez gasto nunca é recuperado, por isso a importância de economizá-lo (BLISS, 1993, p. 96).

Nessa contextualização o homem, ao longo dos anos, vem veemente procurando administrar, de uma melhor forma, o seu tempo com o intuito de se tornar mais produtivo e, sobretudo, para a realização das suas atividades. Tornando, desta forma, a administração do tempo uma peça fundamental em suas vidas, passando ela a tratar da organização, controle e priorização.

Nesse sentido, destaca-se o pensamento de Covey (2002, p. 90) que afirma que “a essência das melhores ideias na área de administração do tempo pode ser capturada em uma única frase: organize e execute conforme a prioridade”.

Com isso, Sabino e Rocha (2004, p. 78) explanam que “falar em administração do tempo é mencionar a qualidade de vida, a melhor utilização do tempo de forma a equilibrar a rotina e salvaguardar a própria saúde mental e física das pessoas”.

No que tange as organizações empresariais, o tempo vem a ser constituído também de um recurso extremamente valioso, passando ele a ser considerado como a principal matéria prima destas instituições. Tornando a Administração do Tempo um instrumento imprescindível para as empresas nos dias atuais, em razão da produção ser cada vez mais requerida em curto espaço de tempo, fazendo com que procedimentos estratégicos e planejados sejam desenvolvidos com o objetivo de tornar o dia fabril mais produtivo.

De uma forma em geral, a administração do tempo vem a possibilitar a obtenção de maiores resultados produtivos, favorecendo para o cumprimento de metas dentro do prazo e uma maior disposição no cumprimento de tarefas para a empresa.

Já em se tratando do planejamento, este pode ser entendido, de acordo com Maximiano (2004, p. 131), como “[...] o processo de tomar decisões sobre o futuro. As decisões que procuram, de alguma forma, influenciar o futuro, ou que serão colocadas em prática no futuro, são decisões de planejamento”. Ou seja, o planejamento passa a ser compreendido como o ato de interpretar as funções organizacionais, estabelecendo os seus objetivos, como também os recursos necessários para a efetivação destes anseios com a total eficácia e eficiência.

Assim, aliada com a administração do tempo, o planejamento vem a propiciar uma esquematização e organização das atividades a serem executadas dentro da instituição, possibilitando inúmeros benefícios a partir de uma estruturação ordenada e pronta para atingir os objetivos.

Partindo desta ideia, Corrêa (2008) preceitua que:

O planejamento é o processo derivado da função da administração de planejar, que significa especificar os objetivos a serem atingidos e decidir antecipadamente as ações apropriadas que devem ser executadas para atingir esses objetivos (CORRÊA, 2008, p. 01).

Sabino e Rocha (2004) vem a acrescentar ainda que:

O planejamento do tempo demanda a organização dos indivíduos nas suas ações diárias. O empenho na organização inicial trará tranquilidade e segurança nos resultados, e até mesmo os imprevistos poderão ser melhor administrados e suas consequências menos prejudiciais. O prejuízo pode ocorrer em todos os aspectos: financeiros, emocionais e na imagem. O ditado “tempo é dinheiro” representa as relações atuais, e desperdiçá-lo é ter que dispor de mais recursos do que necessitaríamos para cumprir nossa tarefa (SABINO, ROCHA, 2004, p. 79).

Nesse sentido, Garcia (2000) afirma que o planejamento vem a ser um recurso de extrema importância para com os setores, principalmente pelo fato dele proporcionar a organização das atividades a serem executadas, possibilitando se chegar aos anseios almejados. Tornando-o, conjuntamente com a administração do tempo peça integrante para o desenvolvimento destas organizações.

3 BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO ACERCA DA PROPRIEDADE RURAL

Antes de adentrar-se no tema a ser confeccionado por este trabalho, torna-se de extrema relevância realizar a compreensão do que venha a ser propriedade rural, como forma de possibilitar, para com os futuros leitores, um maior entendimento acerca do assunto.

Nesse sentido Barbosa (1983) preceitua que a propriedade rural pode ser entendida como a soma de setores que fazem parte das atividades desenvolvidas para a exploração da agricultura, pelas quais estejam voltadas para a obtenção de lucros. Sendo que, mesmo que as suas atividades sejam desenvolvidas por pessoas físicas, necessitam ser caracterizadas como um sistema empresarial. Classificando-as como empresas: rurais, latifundiárias ou mini fundiárias.

Já para Silva (2011), a propriedade rural se caracteriza como aqueles locais cuja a produção ali desenvolvida possui um alto grau de investimento e de comércio, apresentando assim como propósito principal a obtenção de lucro.

Geralmente, as propriedades rurais são constituídas por porções de terras cuja a área se desenvolverá a prática do plantio de lavouras e, bem como, para a criação de animais, tendo a sua classificação baseada de acordo com o seu tamanho, da atividade ali praticada ou em razão da sua localidade. Devendo-se levar em conta também o seu modo de desenvolvimento e, bem como a sua produção de renda.

3.1 DA AGRICULTURA BRASILEIRA E A SUA EVOLUÇÃO AO LONGO DOS ANOS

A agricultura, segundo Mazoyer e Roudart (2010), constitui-se de uma atividade direcionada para o cultivo da terra como forma de propiciar a produção de alimentos para a subsistência dos seres humanos e, bem como, dos animais. Ficando assim a expressão agricultura conjugada com a praticabilidade de realizar-se o cultivo do solo de maneira a promover a produção agrícola. Desta forma, as mudanças ocorridas neste setor passam a se dar, em um primeiro momento, juntamente com a evolução humana do decorrer dos anos em virtude, principalmente, da necessidade do desenvolvimento de novos procedimentos que favorece a obtenção de produtos

alimentares para o seu sustento e da sociedade. Fazendo com que desse início, conseqüentemente, para a maximização da produção de alimentos.

Sendo assim, Castanho e Teixeira (2017) afirmam que a dinamização evolutiva da agricultura vem a estar correlacionada com os costumes exteriorizados pelos seres humanos pela procura de alimentos por meio do seu cultivo, pois os homens não são mais vistos como criaturas nômades, possuindo eles plenas habilidades para a efetivação do plantio, da colheita e da produção do próprio alimento.

Corroborando com este pensamento, Pena (2022) esclarece que o progresso do setor agrícola está exclusivamente ligado com o surgimento das primeiras civilizações, contribuindo para que se compreenda a magnitude pela qual os meios tecnológicos representam dentro do sistema construtivo da população e, sobretudo, do seu ambiente geográfico. Pois, de acordo com que os seres humanos vão se modernizando tecnologicamente, a promoção agrícola também passa a complementar o seu desenvolvimento. Tornando, com isso, o período compreendido como Revolução Agrícola advinda da Revolução Industrial como ápice histórico mais importante para este setor.

Outro momento de destaque para a evolução agrícola no país veio a se dar, segundo Pena (2022), no séc. XX a partir da introdução de diversos preceitos destinados a propiciar o melhoramento genético das plantas e, logicamente, para o cultivo de alimentos, passando este período a ficar conhecido como Revolução Verde. Contribuindo para que houvesse a aplicação, na medida que os anos foram passando, de meios tecnológicos no campo destinados a elevar o sistema produtivo.

Com isso e de acordo com Ribeiro (2018), no decorrer dos anos, o sistema agrícola brasileiro passou por diversos períodos e transformações, principalmente em razão do aumento do consumismo da sociedade, fazendo com que novos instrumentos tecnológicos surgissem como forma de vir a facilitar a produção. Atendendo, conseqüentemente, os anseios da sociedade no que tange ao fornecimento de alimentos, e favorecendo, certamente, para a mecanização agrícola do país.

Resumidamente, pode-se afirmar que o processo evolutivo da agricultura em território nacional é resultante da união de diversos fatores, indo desde aos seus recursos naturais até a aplicação de políticas públicas, e sobretudo dos interesses dos produtores em se desenvolverem, trazendo para o campo adequações e inovações produtivas e o surgimento da agricultura de precisão. Passando a ter reconhecimento

e importância não só no meio dos grandes produtores, mas também daqueles considerados como pequenos produtores rurais, pois vem a permitir o aumento da sustentabilidade e da rentabilidade econômica.

Sendo assim, Esperidião et al. (2019) expõe que a evolução agrícola primeiramente se dá através da implantação da Agricultura 1.0 a partir da empregabilidade da tração animal para a execução de funções na terra. Logo após tem-se a Agricultura 2.0 destacando este período pela utilização de motores a base de combustão pela qual propiciou a instituição de novos maquinários agrícolas. A seguir encontra-se a Agricultura conhecida como 3.0 conhecida como mecanismo direcionado para o gerenciamento da produção. E por fim, tem-se a Agricultura 4.0, como se verá mais precisamente a seguir.

Ficando evidente todo o processo evolutivo em que a agricultura passou ao longo dos anos, hoje ela se encontra em um estágio de fazer parte um setor altamente lucrativo e importante para toda a sociedade.

3.2 DA AGRICULTURA 4.0

Antes de adentrar-se no tema propriamente dito e proposto por este tópico, torna-se de fundamental relevância realizar uma breve contextualização acerca da Indústria 4.0 em virtude da expressão agricultura 4.0 provir dela. Sendo assim, Dombrowski e Wagner (2014) explanam que no decorrer dos anos o mundo vem sofrendo inúmeras mudanças com o surgimento de novos métodos tecnológicos, ocasionando, conseqüentemente, em modificações nos meios sociais, políticos e econômicos, fazendo com que as inovações e evoluções passassem a serem chamadas de revoluções industriais.

Levando-se em conta este aspecto, destaca-se os ensinamentos de Cardoso (2019) pela qual vem a salientar que a primeira Revolução Industrial teve início em meados do século XVIII e foi caracterizada pelas instalações de produção mecânica. Já a segunda Revolução Industrial teve início na década de 1870 e caracterizou-se pela introdução da eletricidade e o trabalho estruturado nas bases da teoria de Taylor. A terceira Revolução Industrial, conhecida também como “revolução digital”, surge na década de 1970 e tem como ponto principal a aplicação da automatização de produção mais avançada decorrente das novas e avançadas tecnologias.

Diante destes fatos pode-se afirmar que as três primeiras revoluções industriais trouxeram a produção em massa, as linhas de montagem, a eletricidade e a tecnologia da informação, elevando a renda dos trabalhadores e fazendo da competição tecnológica o cerne do desenvolvimento econômico.

Em se tratando da quarta Revolução Industrial, tendo está início em 2011 através da união entre setores empresariais, acadêmicos e políticos, Cardoso (2019) explica que este fenômeno caracterizou-se pela disponibilização e implantação de um conjunto de tecnologias capaz de permitir a fusão do mundo físico, digital e biológico, tornando a sua concepção impactante dentro do sistema social. Isso provocou uma competição entre as indústrias, incentivando constantes aprimoramentos com objetivo de ingressar na denominada era da Indústria 4.0.

De uma maneira em geral e segundo os ensinamentos de Kagermann, Wahlster e Helbig (2013), a quarta revolução industrial compreende a união de tecnologias avançadas ligadas a internet com a finalidade de transformar os meios de produção em sistemas mais rápidos e eficientes. Passando assim a ter como objetivo proporcionar a conectividade e a interoperabilidade entre máquinas, pessoas e processos industriais, favorecendo a fabricação de produtos mais eficazes.

Pode-se dizer, que a indústria 4.0 se caracteriza pelo aumento significativo da produtividade, tornando o índice de rejeição dos produtos baixos. Sendo que a produtividade constitui-se como o resultado do que é produtivo, ou seja, do que se produz, do que é rentável. É a relação entre os meios, recursos utilizados e a produção final. É o resultado da capacidade de produzir, de gerar um produto, fruto do trabalho, associado aos recursos e ao capital empregado.

Diante deste contexto, Simões, Soler e Py (2017) destacam que a introdução dos sistemas digitais na agricultura deu origem ao termo “Agricultura 4.0”. Este conceito, inspirado pelos avanços tecnológicos da Indústria 4.0, defende a utilização de recursos modernizados e computadorizados na agricultura, incluindo sistemas inteligentes de rastreadores, RPA, funções matemáticas, dentre outros. Esses recursos tem como propósito a otimização dos processos de produção e aumento da rentabilidade agrícola.

Sendo assim e corroborando com este pensamento, Klerkx, Jakku e Labarthe (2019) afirmam que a agricultura 4.0 constitui-se de um marco que veio a emergir a partir da instituição e utilização de meios tecnológicos. São exemplos de sistemas tecnológicos o *big data*, os sistemas robóticos, a conectividade propiciada pela

internet das coisas, o advento da inteligência artificial, entre outros. Os sistemas são introduzidos no meio agrário direcionados a produção de alimentos, com o intuito de maximizar a produtividade, como também o ganho econômico e o melhoramento dos produtos.

Nessa concepção, Silva e Cavichioli (2020) explanam que:

A utilização da tecnologia permite a melhoria dos resultados no campo e acaba incentivando e motivando os produtores rurais, aumentando a quantidade de investimentos para melhorar a qualidade de vida, melhoria de renda e obter ferramentas que auxiliam o crescimento da produção tais como máquinas agrícolas, softwares, serviços, insumos, produtos agrícolas e entre outros. Essas ferramentas também têm como função controlar os desperdícios e altos custos com a produção (SILVA; CAVICHIOLI, 2020, p. 620).

Pode-se afirmar que a agricultura 4.0 representa um sistema benéfico para o meio rural, na qual facilita o desenvolvimento das atividades, tornando os processos hábeis e plenos. Este sistema tornou-se um mecanismo favorável para o agronegócio, principalmente por propiciar e permitir o monitoramento de toda a produção e ocorrência de riscos, como se verá a seguir.

3.3 DO AGRONEGÓCIO

De acordo com Freitas (2001), o agronegócio vem se sobressaindo cada vez mais na economia mundial, tanto nos países de primeiro mundo como também naqueles tidos em desenvolvimento, em razão de assegurar a sustentação e manutenção alimentar dos indivíduos, colaborando ainda com o desenvolvimento e exportação do país.

Assim sendo, torna-se de fundamental importância, antes de adentrar mais profundamente no tema, realizar uma análise e explanação acerca das definições existentes no que tange o agronegócio, possibilitando desta forma, um maior entendimento acerca do assunto a ser trabalho neste estudo.

3.3.1 DEFINIÇÃO DE AGRONEGÓCIO

Freitas (2001) explana que o agronegócio pode ser compreendido como sendo a junção de variadas práticas de produção agrícola e pecuária, pelas quais utilizam-

se de meios tecnológicos e biotecnológicos com o intuito de elevar as taxas de produção.

Assim sendo, de acordo com Araújo (1990), agronegócio pode ser entendido como sendo:

[...] fornecedores de bens e serviços à agricultura, os produtores agrícolas, os processadores, transformadores e distribuidores envolvidos na geração e no fluxo dos produtos agrícolas até o consumidor final. Participam também nesse complexo os agentes que afetam e coordenam o fluxo dos produtos, tais como o Governo, os Mercados, as entidades comerciais, financeiras e de serviços (ARAÚJO, 1990, p. 03).

Já para Castro (2000) o agronegócio pode ser definido como:

[...] um conjunto de operações de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização de insumos e de produtos agropecuários e agroflorestais. Incluem serviços de apoio e objetiva suprir o consumidor final de produtos de origem agropecuária e florestal (CASTRO, 2000, p. 04).

E por último, mas não menos importante, Rinaldi (2007) conceitua agronegócio como sendo:

[...] um conjunto de atividades que concorrem para a elaboração de produtos agroindustriais, desde a produção de insumos (sementes, adubos, máquinas agrícolas, etc.) até a chegada do produto final (queijo, biscoitos, massas, etc.) ao consumidor, não estando associado a nenhuma matéria-prima agropecuária ou produto final específico (RINALDI, 2007, p. 05).

Vale ressaltar que segundo Mendes e Padilha (2007) o agronegócio excede os limites territoriais rurais englobando de forma direta ou indiretamente todos aqueles que estejam participando dos procedimentos adotados para o fornecimento dos mantimentos e derivados aos consumidores. Ou seja, o agronegócio compreende também aqueles pelas quais distribuem os insumos, realizam o processamento dos produtos, executam o seu transporte e os vendem para os clientes finais.

Diante do exposto, percebe-se que o agronegócio pode ser entendido como sendo a união de atividades desenvolvidas pela agropecuária e pelos demais ramos a ele ligado, estando diretamente associado a produção e transição dos produtos agrários.

3.3.2 O AGRONEGÓCIO E A SUA IMPORTÂNCIA PARA O BRASIL

De acordo com Bacha (2004), o agronegócio corresponde ao ramo com maior influência dentro do setor econômico brasileiro, sendo responsável por aproximadamente 1/3 do PIB nacional. Destaca-se que um dos grandes motivos que favorece para que tal fato ocorra está relacionado as características e diversidades identificadas no Brasil, tanto em se tratando da situação climática como também do solo, encontrando-se grandes porções férteis e muitas das vezes sem ainda serem exploradas.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2011), dentro as atividades econômicas que formam o agronegócio brasileiro encontram-se a geração de insumos para a utilização nas lavouras, a produção agrícola, a agro industrialização dos bens primários, bem como o transporte e comércio destes produtos. Assim, o Brasil é portador de uma diversificada e variada quantidade de produtos agropecuários, possuindo um intenso valor no sistema econômico do país. Desta forma, o agronegócio passa a representar a base motora da economia brasileira, proporcionando a geração de uma grande quantidade de empregos e, conseqüentemente, de renda, onde a sua performance ultrapassa as dos setores industriais, passando a ter uma posição de destaque no meio mundial. Caracterizando-se assim como uma ferramenta de fundamental importância para o sistema econômico do país.

Vale ressaltar ainda que, de acordo com Mendes e Padilha (2007), as crescentes urbanizações, juntamente com o aumento do poder aquisitivo dos cidadãos, são consideradas como pontos fundamentais para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro, destacando a sua importância nos dias atuais. Principalmente em virtude das transformações advindas do meio alimentar e da utilização das fibras, pois em razão do crescimento populacional e da maximização do consumo de tais produtos, a procura por alimentos tornou-se maior do que o ofertado.

Seguindo ainda os ensinamentos de Mendes e Padilha (2007), que relataram que o agronegócio vem se caracterizando como um centro de negociações, possibilitando a abertura de novos setores comerciais, bem como o surgimento de uma nova relação entre organizações empresariais de diversificados ramos no país, destacando-se os prestadores de serviços e de finanças.

Desta forma, o agronegócio constitui-se como um sistema capaz de representar as variadas mudanças ocorridas e que até hoje vem ocorrendo no setor agrícola brasileiro, onde o método primário deixa de ser caracterizado como um simples abastecedor de produtos alimentícios local para se tornar uma prática interligada aos demais ramos industriais e de serviços. Sobressaindo-se assim pela sua modernidade, eficácia e competitividade. Tornando-se assim cada vez mais uma atividade segura e rentável e caracterizando-se como a base de sustentação da economia brasileira atualmente, proporcionando ainda a geração de grandes frentes de trabalhos e, conseqüentemente, uma melhor qualidade de vida para os cidadãos.

3.4 BENEFÍCIOS DA AGRICULTURA 4.0 PARA O AGRONEGÓCIO

A versatilidade produzida pela agricultura 4.0, bem como a sua precisão e agilidade fez com que este sistema passasse a ser compreendido como um mecanismo altamente importante para os métodos produtivos no campo nos últimos tempos.

A funcionalidade da Agricultura 4.0 se dá por meio da captação de dados ligados a produção para que desta forma ocorra a sua interpretação e, assim, seja prescrita as decisões a serem seguidas, visando sempre uma melhor produtividade e redução dos custos. Tornando, conseqüentemente, um instrumento relevante para o agronegócio, beneficiando os produtores por meio da introdução de meios tecnológicos no campo.

Diante desta narrativa, destaca-se os ensinamentos de Mendes (2019) pela qual expõe que inúmeros são os benefícios produzidos pela agricultura 4.0, vindo a transformar as maneiras de produção do agronegócio, indo desde ao melhoramento da produtividade, da sustentabilidade e, sobretudo, da rentabilidade das atividades promovidas.

Tratando-se da produtividade, Mendes (2019) relatou que a agricultura 4.0 em razão de utilizar-se de tecnologias de ponta, como é o caso da internet das coisas (IoT), de sensores e RPA, com o intuito de contribuir para a coleta de informações em tempo real sobre as condições das plantações, vem a permitir que os agricultores passem a monitorarem com mais eficácia os seus cultivos, assim como também a qualidade do solo e a disposição de nutrientes. Favorecendo assim a tomada de decisões mais precisas e levando a um aumento significativo da produtividade.

No que tange a minimização dos custos, Mendes (2019) afirma que a automação e a robotização vêm a desempenhar uma função primordial na agricultura 4.0. Em virtude destes mecanismos tecnológicos passarem a realizarem atividades ligadas diretamente ao planejamento e na colheita dos cultivos, de forma mais plena e eficiente se comparado com os modelos tradicionais, tem-se uma economia não apenas de tempo, mas também contribui-se para a redução de custos operacionais, tornando a agricultura mais acessível para os agricultores.

E por fim, Mendes (2019) evidencia que a agricultura 4.0 promove práticas agrícolas mais sustentáveis, principalmente em razão de fazer com que haja a redução do uso de produtos químicos e de recursos naturais, como a água, otimizando a gestão de resíduos provenientes dos plantios. Além do mais, pode-se citar que o referido sistema favorece um melhor uso dos recursos naturais e com mais qualidade, pois os recursos de supervisão controlados por sensores passam a garantir que os cultivos recebam quantidades exatas de água, evitando, o seu desperdício. Mais ainda, a aplicação precisa de fertilizantes com base em dados provindos do sensoriamento remoto reduz a poluição e, com isso, os custos de produção, ajudando, conseqüentemente, a proteger o meio ambiente.

Complementando os benefícios produzidos pela agricultura 4.0 para o agronegócio, Bolfe et al. (2020) transcreve que este fenômeno produz uma maior qualidade e segurança dos alimentos, principalmente pelo uso dos sistemas de monitoramento e rastreamento empregados permitirem que os produtores identifiquem problemas nos alimentos de forma mais rápida. Tornando esta ação crucial pois contribui para que os produtos cultivados se deem com alta qualidade.

Além do mais, Bolfe et al. (2020) destaca que as tecnologias utilizadas na agricultura 4.0 faz com que os agricultores se adaptem mais rápido as mudanças climáticas e de mercado pelas quais estão sujeitos, tornando-os mais resilientes a eventos imprevisíveis, como secas ou variações de preços dentro do mercado negocial.

Em se tratando da integração da cadeia de suprimentos desenvolvida pela agricultura 4.0, Barbosa (2022) salienta que as informações produzidas pelos mecanismos tecnológicos empregados passam a serem compartilhados de maneira transparente entre os produtores, investidores, distribuidores e varejistas, permitindo uma colaboração mais eficaz e uma entrega mais eficiente de produtos aos consumidores, tornando-os mais competitivos.

Resumidamente e diante toda a contextualização exposta, pode-se afirmar que a agricultura 4.0 tem impulsionado o agronegócio para transformações de cunho positivo, oferecendo diversos benefícios. Indo desde o aumento da produtividade até ao melhoramento da sustentabilidade e da qualidade dos produtos cultivados. Fazendo com que esta revolução tecnológica produza benefícios não somente para com os produtores, mas também para a sociedade em si, garantindo o fornecimento de produtos com qualidade e em quantidades suficientes para o atendimento dos anseios da população. Ficando claro que realizar investimentos em tecnologias agrícolas passa a ser de fundamental importância para o futuro do agronegócio.

4 AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (*REMOTELY PILOTED AIRCRAFT* - RPA)

A comercialização das RPA, segundo Clercq, Vats e Biel (2018), abriu a possibilidade de desenvolvimento destas aeronaves para a utilização na agricultura. Isso porque são fáceis de usar, acessíveis, de tamanho pequeno, conveniente, dentre funcionalidades diversas na indústria. Comumente chamados de drones, que é o termo coloquial e popular, que na tradução literal do inglês significa zangão, nome dado aos machos de diversas espécies de abelhas.

Também são nomes bastante vistos na literatura UAV (Unmanned Aerial Vehicle) e sua tradução para o português VANT (Veículo Aéreo não tripulado). Porém, são termos considerados obsoletos pela Organização da Aviação Civil Internacional (OACI).

O termo técnico e padronizado internacionalmente pela OACI para se referir aos sistemas de aeronaves remotamente pilotadas utilizadas com propósitos não recreativos é Remotely Piloted Aircraft System (RPAS).

Segundo o Sindicato Nacional de Empresas de Aviação Agrícola (SINDAG, 2021), no início de 2021, o Brasil possuía em torno de 1500 RPA registrados. Para efeito de comparação, a China possuía cerca de 100 mil unidades registrados. Possivelmente esse baixo número nos registros pode estar diretamente ligado a regulamentação no país, uma vez que ANAC regulamentou o uso de RPA na agricultura somente em 2021.

Existem centenas de finalidades para o uso das RPA, como no setor agrícola, aplicação da lei, inspeções estruturais, busca e salvamento, cinematografia e também para fins de coleta de notícias. Há todo um novo público-alvo de mercado que pode usar esses dispositivos para realizar atividades que há tempos atrás eram considerados incompreensíveis por causa de sua história como dispositivos militares projetados que poderiam ser usados para realizar missões letais.

Jorge e Inamasu (2018) complementam que as RPA possuem um peso inexpressivo, podendo voar a velocidades de até 100 Km/h ou superiores, a depender do modelo. Os valores financeiros para sua aquisição variam de centenas a milhares de reais.

No entanto, nos últimos anos, de acordo com Medeiros et. al. (2008), o uso comercial das RPA vem sendo gradativamente regulamentado, demandando autorizações e licenças fornecidas pela administração pública para sua livre utilização. Assim, os órgãos oficiais da administração pública passaram a serem responsáveis pela permissão e fiscalização sobre quem deve ser autorizado a possuir uma licença para controlar uma RPA, bem como a avaliação dos propósitos para os quais tais equipamentos comerciais serão utilizados e a normatização do seu uso no espaço aéreo de cada país.

Vale salientar, diante desta contextualização, que a comercialização da tecnologia para RPA é um conceito relativamente novo e, devido a sua importância, cada vez mais pesquisas estão sendo realizadas para avaliar os benefícios e desafios em suas diversas aplicações, especialmente no que tange a questões avaliativas éticas no uso dessas ferramentas na agricultura.

4.1 REGULAMENTAÇÃO

Pelo regulamento da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), as RPA são as aeronaves não tripuladas cujos objetivos podem ser comerciais, experimentais e institucionais, enquanto que os aeromodelos são destinados para lazer e recreação.

Além da ANAC, complementam as normas de operação de aeronaves remotamente pilotadas o Departamento de Controle de Espaço Aéreo (DECEA), vinculado ao Ministério da Defesa, e também a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

Em julho de 2023, entrou em vigor a atualização do Departamento de Controle de Espaço Aéreo a respeito da Instrução de Comando Aéreo (ICA) 100-40, da portaria DECEA Nº928/DNOR8. O documento é uma instrução sobre “Aeronaves não Tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro”.

Pelo ICA 100-40, tem-se a definição de uma Operação Aeroagrícola (DECEA, 2023, p.14):

Operação com a finalidade de proteger ou fomentar o desenvolvimento da agricultura em qualquer de seus aspectos, mediante a aplicação em vôo de fertilizantes, sementes, inseticidas, herbicidas e outros defensivos, povoamentos de águas e combate a incêndios em campos e florestas, combate a insetos, a vetores de doenças ou outros empregos correlatos.

De acordo com a portaria nº 298 do Diário Oficial da União, publicada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), há regras específicas para as RPA quanto a aplicação de insumos agrícolas. Além do mais, os operadores, além de possuírem registro no MAPA, também devem ser profissionais devidamente qualificados com curso específico.

Já em relação as aeronaves propriamente ditas, é obrigatório a sua regularização junto a ANAC. Esta, que divide as RPA em três classes, de acordo com o peso máximo de decolagem, já considerando os pesos das baterias ou combustíveis, além da carga a ser transportada.

Classe 1 – Peso máximo maior que 150kg

Classe 2 – Peso 25kg e 150kg

Classe 3 – Peso até 25kg

Para pilotos de aeronaves Classes 1 e 2, que queiram voar em altitudes superiores a 400 pés (120 metros) é obrigatório possuir licença e habilitação válida emitida pela ANAC.

Para realizar o cadastro das aeronaves remotamente pilotadas, a ANAC utiliza o Sistema de Aeronaves Não Tripuladas (SISANT), destinada a aeronaves com peso superior a 250g e inferior a 25kg, utilizadas para fins não recreativos. É um documento obrigatório, uma espécie de documento de identidade, que deve ser levado junto a aeronave no momento das atividades.

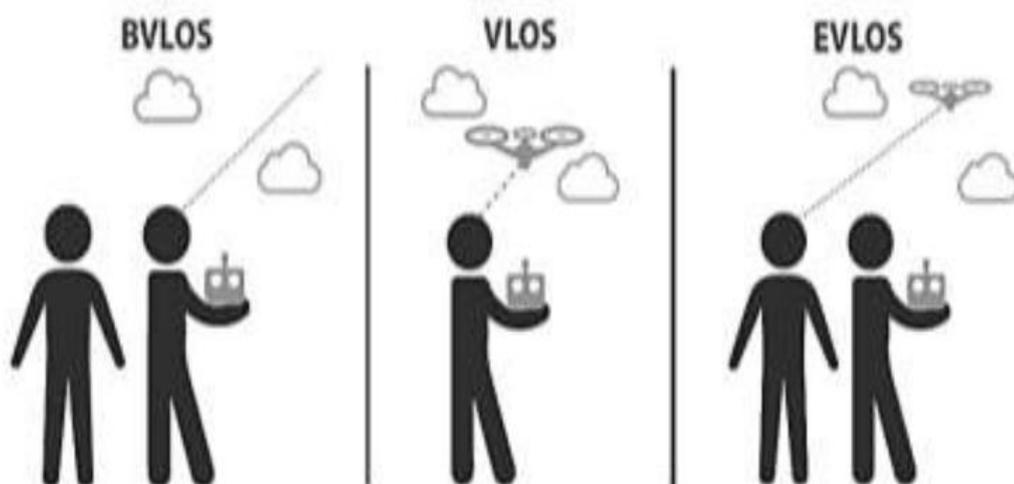
Já o DECEA utiliza o Sistema de Solicitação de Acesso ao Espaço Aéreo por Aeronaves não tripuladas (SARPAS). Ferramenta esta em que os pilotos solicitam seus vôos pretendidos.

Também é importante ressaltar que apesar dos esforços concentrados no avanço da tecnologia das aeronaves remotamente pilotadas, sendo a utilização em enxames um dos pontos chaves, até a presente data, um piloto só pode operar um único RPA por vez, de acordo com a Resolução nº 622, de 2021 da ANAC. Para a operar mais de um equipamento por vez, é necessário uma autorização especial do órgão competente.

Quanto as linhas de operação, a Aéreo (2018) define três tipos, de acordo com o alcance visual do operador e seu auxiliar. São elas:

- Operação BVLOS: a RPA não é mantida dentro do alcance visual do piloto, mesmo com auxílio de observadores;
- Operação VLOS: o piloto mantém contato com a RPA, sem o auxílio de lente;
- Operação EVLOS: o piloto precisa do auxílio de lentes e equipamentos para manter o alcance visual com a RPA.

Figura 01 – Tipos de operação por RPA quanto ao alcance visual do operador



4.2 EMPREGABILIDADE DAS RPA NO SETOR AGRÍCOLA

Historicamente, uma das formas mais eficazes que os agricultores têm utilizado ou aplicado para atender e superar as constantes mudanças e desafios que unem esse setor e atenda à crescente demanda por alimentos tem sido a adoção de novas tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), Big Data e da Inteligência Artificial.

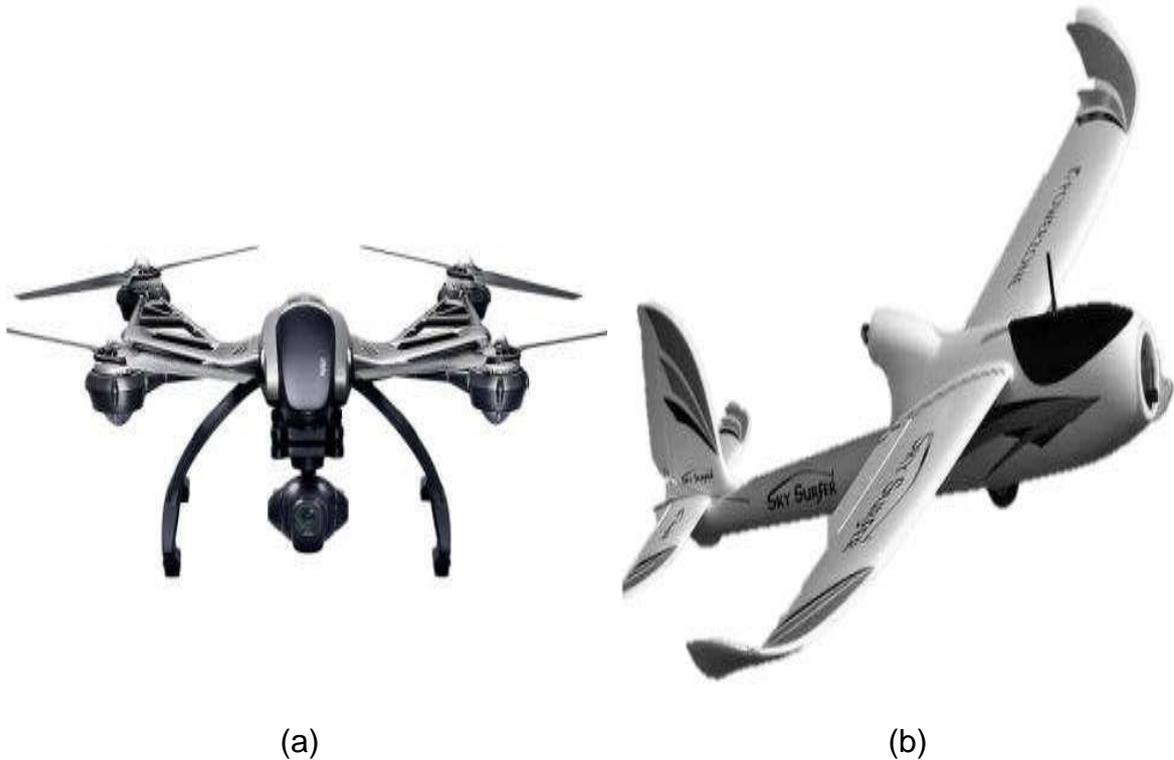
Sendo assim, Amaral *et. al.* (2020) afirma que a empregabilidade dessas tecnologias vem resultando no aprimoramento de novas práticas agrícolas e ferramentas para a produção, citando como exemplo o uso de tratores conectados com o intuito de propiciar o melhoramento da produtividade.

Diante disso, Angelov (2012) afirma que a utilização de tais inovações tecnológicas podem ser reunidas dentro das facilidades que essas aeronaves vêm a oferecer para com a agricultura de precisão, apesar de tais equipamentos serem considerados como instrumentos relativamente recentes se comparadas com os tradicionais modelos empregados atualmente ou aplicadas na agricultura 4.0.

Segundo Jorge e Inamasu (2018), existem dois modelos de RPA no setor agrícola, as RPA médias utilizadas principalmente para a realização de análises, e as RPA maiores, que são usadas para a dispersão de sementes e pulverização de pesticidas no campo.

Miranda, Veríssimo e Ceolin (2017) afirma que as primeiras RPA utilizadas no setor agrícola foram desenvolvidos na década de 1980 para fins de pulverização de culturas. Passando a se destacar aquelas de pequeno porte, com asa fixa ou rotativa (FIGURA 1) principalmente em razão de serem encontrados a partir de valores relativamente baixos, por apresentarem peso e velocidade reduzida.

Figura 02 – Modelos de RPA utilizados na agricultura. (a) Asa Rotativa. (b) Asa Fixa.



Fonte: Pino (2019)

Além do mais, em virtude da grande parte das aplicações agrícolas exigirem apenas capacidade de resistência baixa a média, as RPA passaram a serem movidos a gasolina, metanol ou, pela eletricidade através de baterias recarregáveis ou mesmo por energia solar. Apresentando estas aeronaves como vantagens em relação as tecnologias já existentes no setor a sua capacidade de manobra, baixo custo de operação, segurança e precisão.

Mediante a tal fato, pode-se afirmar que a aplicação aérea de água, fertilizantes e pesticidas, segundo Soares Filho e Cunha (2016), passa a ser considerada como uma alternativa viável em terras produtivas com linhas estreitas de plantações e de terrenos relativamente acidentados, em razão de facilitar as ações desenvolvidas por equipamentos agrícolas. Tornando a aplicabilidade das aeronaves para a distribuição de agroquímicos algo economicamente viável se comparado ao uso de tratores e pulverizadores, passando as suas ações a serem consideradas mais precisas e eficaz.

Diante do exposto, percebe-se que as RPA podem ser usados dentro das mais variadas atividades desenvolvidas no meio agrícola, como na avaliação de plantios,

aplicação de produtos nas plantações e para a contagem do gado, dentre outras, como se verá a seguir.

4.3 AVALIAÇÃO DAS PLANTAÇÕES UTILIZANDO RPA

Como bem mencionado, as RPA atuam como ferramentas auxiliares no setor agrícola, contribuindo, de forma expressiva, para o melhoramento da produção.

No que tange o seu uso em ações avaliativas de plantio Molin (2001) destaca-se que o emprego de métodos tradicionais para o monitoramento dos campos agrícolas acaba requerendo muita mão de obra e tempo para ser executado e concluído com êxito. No entanto, a partir do momento em que as RPA foram introduzidas para essa finalidade, os agricultores passaram a ter em suas mãos um panorama geral sobre a sua terra, realizando inspeções aéreas de maneira a averiguar o andamento de suas plantações, observando todo o desenvolvimento de forma real e instantânea do plantio. Principalmente em virtude destes equipamentos serem equipados com sensores capazes de medirem os comprimentos de onda específicas da luz pela qual é absorvida e refletida pelas plantas, levando a geração de imagens contrastadas de cores, provocando o destacamento de áreas problemáticas em um campo de cultivo.

Corroborando com está afirmativa, Assaiante e Cavichioli (2020) acrescentam que as imagens produzidas a partir dos dados coletados pelas RPA passaram a conter mapas de índices vegetativos, gerados a partir de cálculos entre as bandas disponíveis nos sensores. A figura 02 detalha uma imagem capturada pela aeronave em uma determinada propriedade.

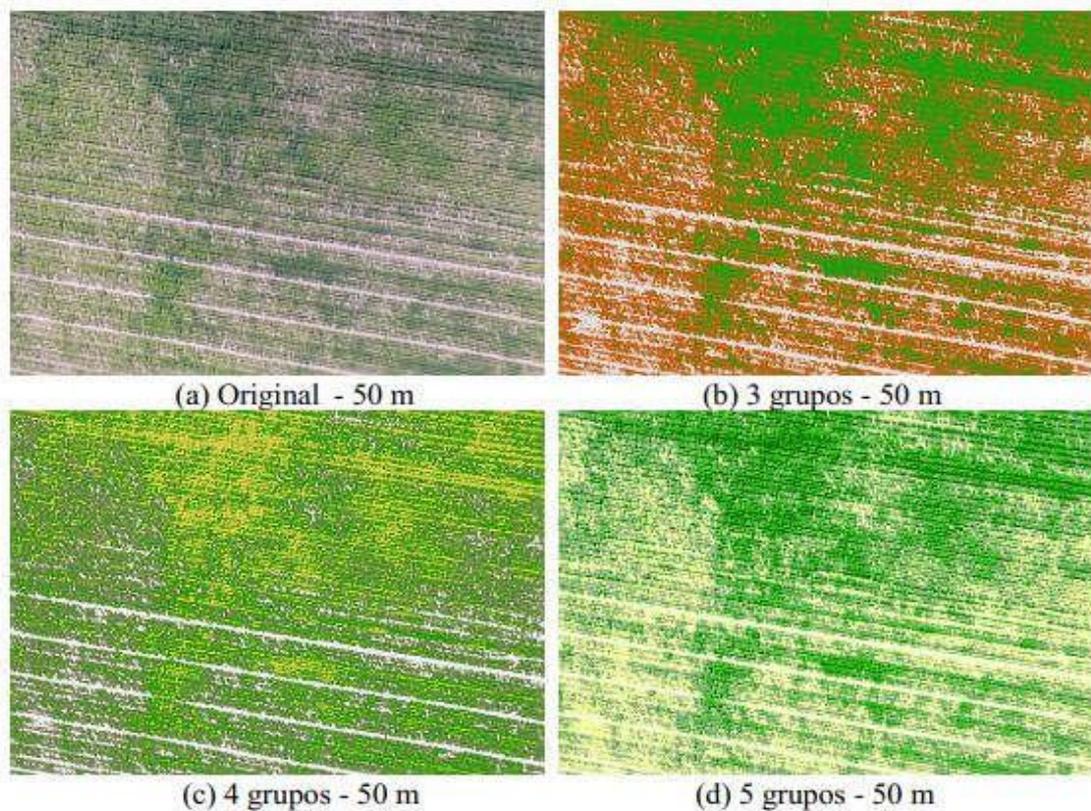
Figura 03 – Imagem adquirida por uma RPA em propriedade agrícola



Fonte: Ferraz et. al. (2022).

Além do mais, a combinação de ferramentas como a de sensores e de GPS, segundo Clercq, Vats e Biel (2018), vem a permitir que as imagens e vídeos produzidos em campo fiquem em uma única camada, podendo então serem analisadas e georreferenciadas. Conforme pode ser observado pela figura 03.

Figura 04 – Captura de imagem da produção de soja a uma distância de 50 metros



Fonte: De Souza et al. (2019).

Aparecem como instrumento para avaliação das plantações os chamados Índices de Vegetação (IV), que são combinações matemáticas entre duas ou mais bandas espectrais que aumenta o contraste entre a vegetação (com reflectância elevada) e o solo nu, estruturas artificiais, entre outros.

Há diferentes índices de vegetação, cada um com suas vantagens e desvantagens. Alguns dos mais comumente encontrados na literatura:

- NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) - ideia geral da saúde da vegetação;
- NDRE (Normalized Difference Red Edge) - avaliar o teor de clorofila nas plantas, bem como sua captação de nitrogênio e a demanda de fertilizantes;
- O DVI - proposto para reduzir o efeito da reflectância do solo, que não é considerado pelo NDVI;
- GDVI – DVI calculado com a banda verde;

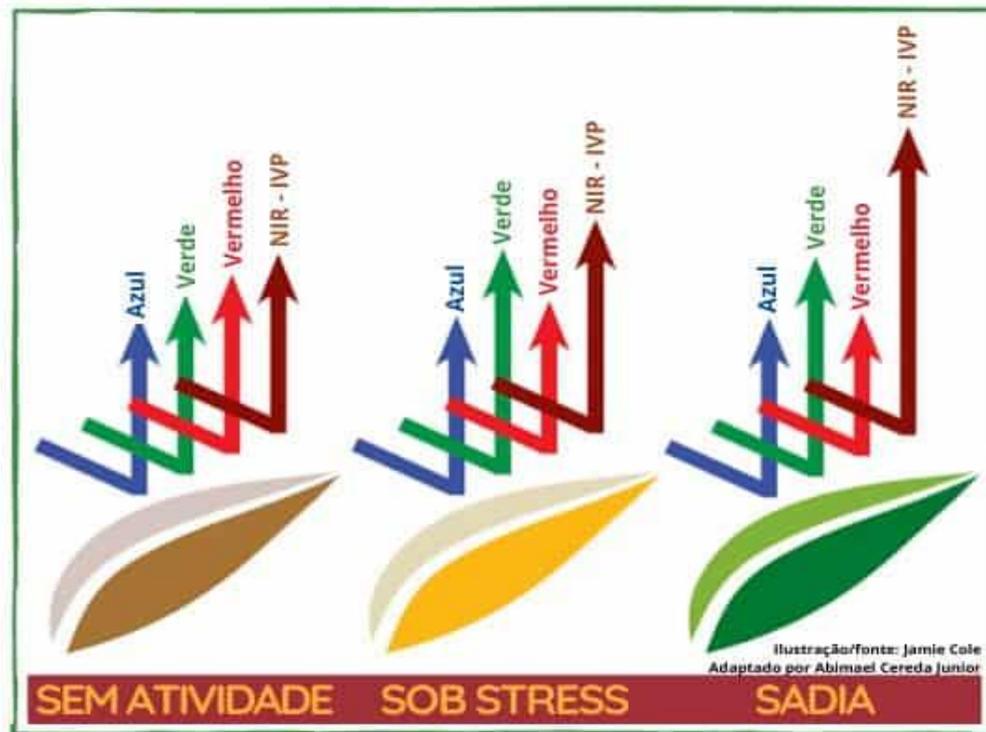
- Normalized Red (NR) - se concentra na parte do espectro em que a radiação é absorvida pela clorofila;
- Normalized Green (NG) - se concentra na parte do espectro em que a radiação é absorvida por outros pigmentos, excluindo a clorofila;
- ReCI - respondem ao conteúdo de clorofila nas folhas que são nutridas por nitrogênio. Mostra a atividade fotossintética da cobertura do dossel;
- Índice de Vegetação Ajustado pelo Solo (SAVI) e suas variações - ajustada pelo Solo Verde (GSAVI), pelo Solo Otimizado (OSAVI), pelo Solo Otimizado Verde (OGSAVI) e pelo Solo modificado (MSAVI).

Destaca-se assim que, de acordo com Amaral et al. (2020), as plantas normalmente refletem a luz NIR (espectroscopia de infravermelho próximo), no entanto, a capacidade ou mecanismo de reflexão da luz pelas folhas normalmente se quebra quando elas morrem. O NIR é capaz de realizar análises de forma rápida, sem destruir as amostras, eliminando a necessidade de realização de testes laboratoriais.

O índice de vegetação mais difundido é o chamado índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI). E para o seu cálculo, os sensores de infravermelho próximo são projetados de tal forma que são capazes de monitorar a diferença na refletância NIR e refletância visível.

Um NDVI forte é indicativo de uma alta densidade de plantas em uma área, enquanto um NDVI fraco pode ser interpretado como identificação de áreas problemáticas em um campo de cultivo. Ou seja, um relatório NDVI pode ajudar os agricultores a distinguirem as áreas do campo onde as plantações estão crescendo bem e onde não estão, possibilitando que eles criem zonas na fazenda onde diferentes quantidades de fertilizante serão aplicadas, dependendo das necessidades ou requisitos da terra.

Figura 05 – Resposta da vegetação em diferentes bandas e condições



Fonte: Cole (2020).

Além disso, à medida que as plantas reagem ao estresse, uma imagem NDVI pode revelar ao agricultor, segundo Ribeiro, Marinho e Espinosa (2018), se há presença de pragas, ervas daninhas ou danos causados pela água que estão impedindo as plantas de crescerem como deveriam. Assim o agricultor, pode receber as informações necessárias que o ajudará a identificar os problemas e a encontrar soluções econômicas.

Os agricultores poderão usar uma câmera NDVI para capturar as imagens da sua terra. Essa câmera tem alto custo, e é construída para um propósito específico, com a capacidade de capturar comprimentos de onda precisas. Seu valor agregador está contido na sua capacidade de obter frequências de base estreita, fornecendo ao agricultor melhores informações sobre a saúde do campo.

Utilizando deste meio, é possível detectar as diferenças no crescimento da planta e na condição do solo por meio de variações nas respostas espectrais. Sendo que, as informações que um agricultor obtém auxilia-o na identificação de deficiências de nutrientes, doenças, estado da água, ervas daninhas, danos e populações de plantas. Também pode ser usado para detectar mudanças no ataque

de uma praga ou planta infestada de doença antes que se tornem visíveis ao olho humano.

Outro ponto que merece ser destacado, segundo Jorge e Inamasu (2018), está no fato de que, ao contrário dos satélites, as RPA permitem que ocorra a captura de imagens independente das passagens aéreas e, portanto, vindo a propiciar para os agricultores a captura de frequências inadequadas ou distúrbios causados por condições de cobertura de nuvens. Sem falar que são mais seguros para operar em altitudes mais baixas, especialmente sob condições meteorológicas favoráveis. Possuem menor custo operacional em comparação com aeronaves tripuladas e maior flexibilidade de tempo. Isso é evidente em áreas remotas onde há poucas aeronaves tripuladas e também são acessíveis em comparação com a compra ou contratação de aeronaves tripuladas para diferentes aplicações agrícolas.

Portanto, os mapas NDVI trazem agilidade, rapidez e segurança na tomada de decisão do produtor rural, fazendo com que o manejo seja ainda melhor.

O NDVI ainda pode ser usado para realizar uma gestão de riscos para colheitas. Não à toa, diversas companhias de seguros têm colhido bons frutos do uso de imagens NDVI.

4.4 APLICAÇÕES DE PRODUTOS NAS PLANTAÇÕES

Uma das principais atividades econômicas na agricultura constitui-se na aplicação de fertilizantes como nitrogênio, potássio e fosfato, além de micronutrientes como enxofre e magnésio. Sendo que, em grande parte das propriedades, as aplicações destes produtos são realizadas por meio de equipamentos terrestres, como pulverizadores acionados por tratores e por sistemas de irrigação pressurizados.

Segundo Castro Jorge (2022), pesquisador da Embrapa, o monitoramento de imagens era o principal uso da RPA, porém, a grande demanda atual passou a ser a pulverização.

Diante desta realidade, Assaiante e Cavichioli (2020) afirmam que a utilização das RPA nas propriedades agrícolas, torna-se possível a aplicação de uma mesma taxa de fertilizantes para todas as áreas do campo, resultando em uma maior precisão destes produtos. Além disso, as mudanças nas condições de velocidade e direção do vento, bem como a mudança na elevação da aeronave durante o processo de

aplicação destes elementos, tornam a aplicação ainda mais ágil e plena, contribuindo, conseqüentemente, para uma maior melhor qualidade na pulverização e eficácia de aplicação dos produtos. Também pode proporcionar uma significativa redução do tempo de aplicação e conseqüentemente dos custos com mão de obra.

Estudos da Embrapa Soja na safra 2020/21 mostraram a eficiência das aplicações por RPA. Segundo o estudo, a pulverização de defensivos agrícolas realizada por aeronave remotamente pilotada foi mais eficiente quando comparados a outros métodos de aplicação, como bombas costais e pulverizadores de barra, no que tange ao combate contra pragas de soja, como a lagarta-falsa-medideira e também o percevejo marrom. O principal motivo desse ganho de eficiência se deve ao modo de aplicação, pois com RPA, o defensivo consegue chegar com mais facilidade nas partes mais internas do dossel das plantas

As figuras 04 e 05 abaixo representam uma forma exemplificativa da empregabilidade de RPA executando a pulverização em uma propriedade agrícola.

Figura 06 – Empregabilidade de RPA na pulverização



Fonte: Esperidião, Santos e Amarante (2019).

Figura 07 – RPA pulverizador



Fonte: Barbizan e Cavichioli (2022)

As RPA podem ser equipadas com um mecanismo automático de pulverização, que evita os efeitos prejudiciais causados pela deriva de produto nos agricultores, garantindo aplicação da quantidade certa de fertilizante contribuindo com a agricultura de precisão.

As RPA possuem uma grande vantagem quando comparadas às aplicações terrestres. Um efeito vortex é causado devido a turbulência das hélices, garantindo assim uma melhor penetração no dossel das plantas, assim como uma uniformidade de aplicação (Carvalho, 2020).

Assim, as RPA equipadas com módulos de pulverização não só oferecem à agricultura uma maior precisão na sua aplicação, mas permite que os agricultores alcancem e apliquem o conteúdo destes produtos em áreas que não são facilmente

acessíveis, como terrenos em declive ou com umidade do solo elevada, diminuindo assim as chances de compactação do solo ou de danos as plantas.

Também há casos específicos, como por exemplo em culturas como o milho, que quando em estágio avançado de desenvolvimento, limitam a entrada de máquinas devido à altura da planta. O mesmo vale para a rotação de cultura, onde é difícil o acesso de um autopropelido.

Porém, há fatores restritivos significantes, como a capacidade de carga limitada da aeronave, e principalmente em relação a carga limitada da bateria, que na grande maioria dos modelos não passa de doze minutos. Assim, a operação por RPA exige paradas frequentes para recarga e/ou troca da bateria, especialmente em grandes áreas, impactando a eficiência e a produtividade.

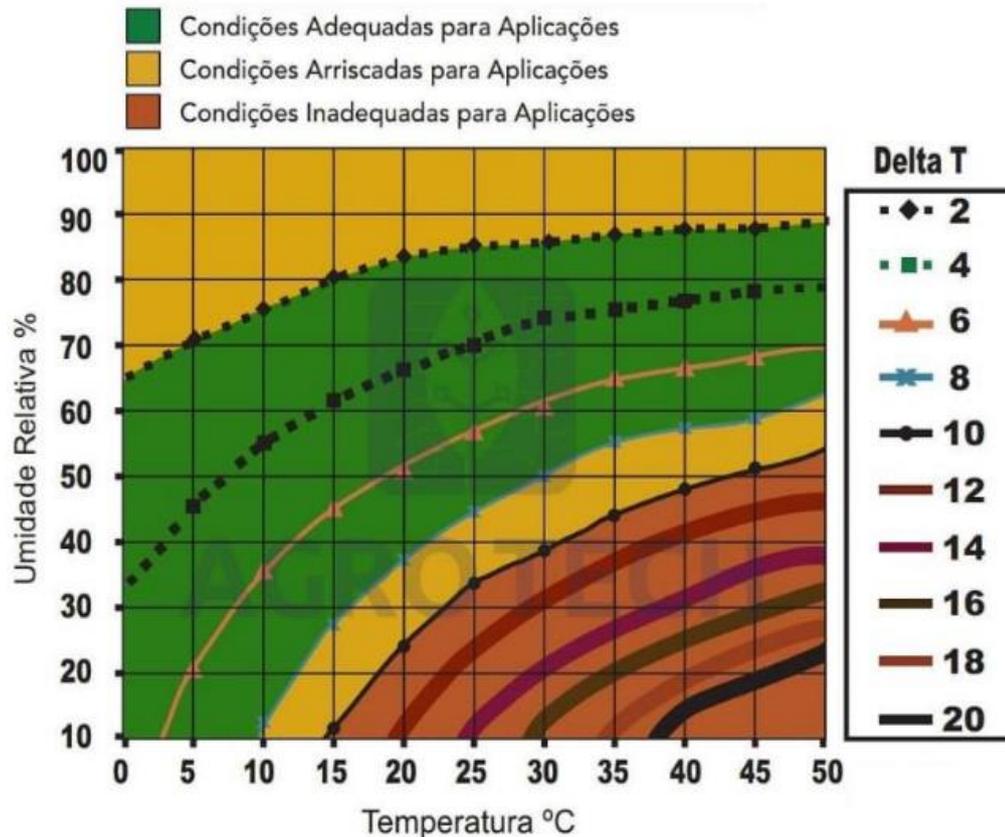
Também é importante salientar a respeito dos problemas com deriva nas aplicações por RPA, que simplificada é quando o produto desvia do local de onde deveria ser aplicado, geralmente ocasionada pelo vento. A Portaria 298, de setembro de 2021, criou regras específicas para operação envolvendo defensivos agrícolas e afins. Os operadores, além do registro, devem ter também curso de aplicação e apresentar relatórios mensais das atividades.

Essa Portaria proíbe a pulverização a menos de 20 metros de cidades, povoações, agrupamento de animais e mananciais de captação de água, visto que já houve problemas graves envolvendo a deriva. Indígenas no Mato Grosso do Sul, crianças de uma escola em Goiás e uma comunidade rural no Maranhão foram alguns dos afetados.

A partir dos ocorridos, vários municípios espelhados pelo país alteraram a legislação, proibindo a aplicação de agrotóxicos por aeronaves. Entretanto, muitos deles estão alterando novamente, agora abrindo exceção para as aeronaves remotamente pilotadas.

Por fim, para garantir uma boa aplicação, é necessário saber os melhores momentos para a operação. Na tomada de decisão, é importante a realização do cruzamento da umidade relativa (%) com a temperatura ambiente (°C), onde a faixa verde corresponde a faixa ideal para aplicação, a faixa amarela representa que as condições climáticas estão arriscadas, enquanto que na faixa vermelha as condições estão totalmente inadequadas para a operação.

Figura 08 – Tabela Delta T para tomada de decisão para aplicação de defensivos



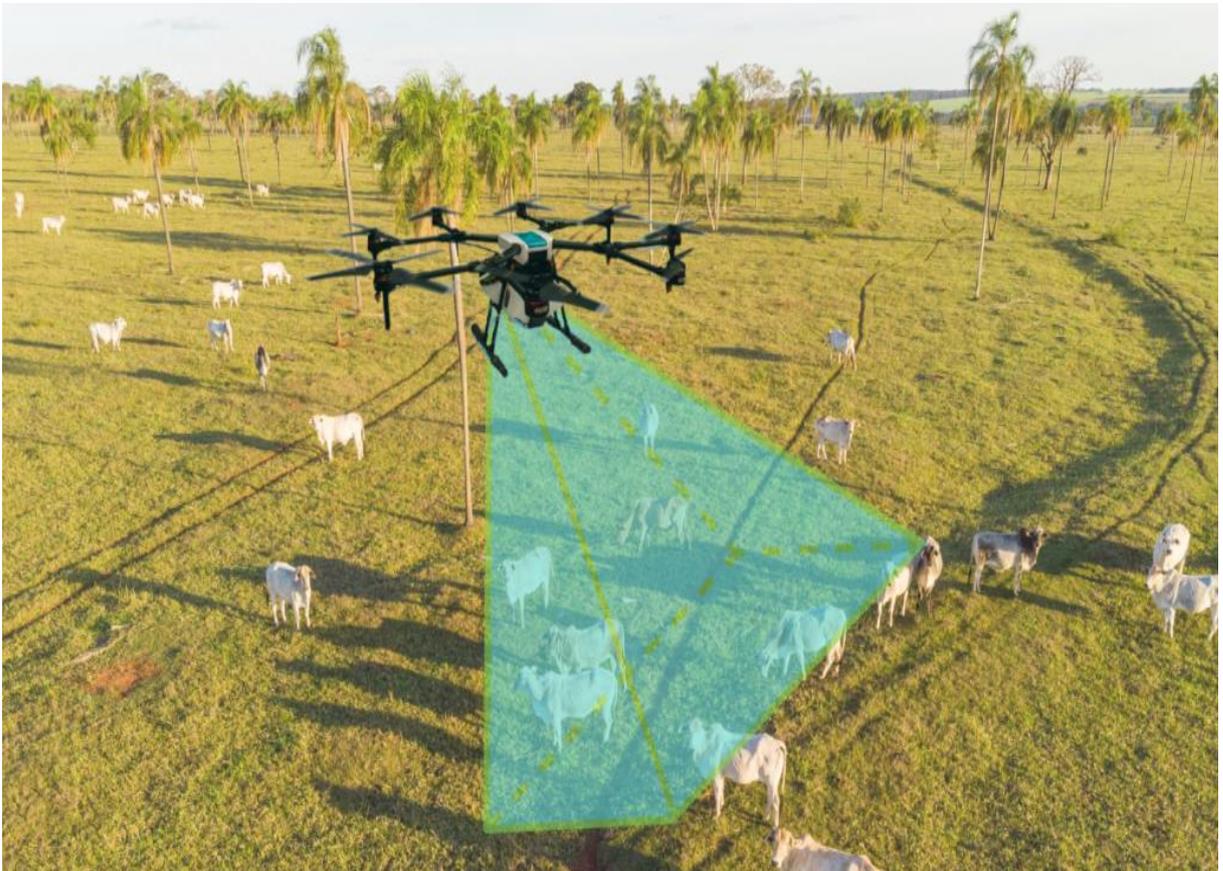
Fonte: Tecnofiltros.

4.5 INSTRUMENTO DE CONTAGEM PARA O GADO

A maioria dos pecuaristas que possuem muitos hectares ou terras estão usando RPA como uma forma eficaz de rastrear seus rebanhos e conduzir pesquisas em diferentes partes de suas terras onde as cercas precisam serem reparadas. Além disso, eles estão equipando seus equipamentos com termovisores de alta definição e câmeras noturnas para monitorar se há animais indesejados em suas propriedades. Além do mais, essas aeronaves passaram também a serem usados para pastorear e direcionar o gado que se encontram em diferentes partes da fazenda para um único local desejado.

Ribeiro, Marinho e Espinosa (2018) acrescentam que a empregabilidade dos RPA em propriedades destinadas a criação de gado vem a favorecer para a verificação ou avaliação das condições de variados elementos, como por exemplo, de bebedouros espalhados em todo o território criativo e, bem como, para averiguação das condições das porteiras situados naqueles locais mais remotos (FIGURA 7). Ou seja, no caso da identificação de um bebedouro cuja a sua função principal não esteja sendo atingida, o proprietário ou o administrador da terra, ciente da localização do rebanho, passará a tomar medidas cabíveis para sanar o problema, dentre outras ações.

Figura 09 – Utilização de RPA no monitoramento de gado



Fonte: Domínio rural (2022).

Evidencia-se ainda que, segundo Clercq, Vats e Biel (2018), a utilização destas novas tecnologias para fins de pastoreio tem o potencial de introduzir etiquetas ativas para o gado. Esta tecnologia será fundamental para os pecuaristas obterem informações em um ritmo mais rápido comparado com o uso de etiquetas baseada em Identificação por Radiofrequência passiva (RFID). A razão para isso é que, nas

etiquetas RFID passivas, o indivíduo tem que estar a um ou dois metros do animal para ler, no entanto, ao usar etiquetas RFID ativas, o pecuarista pode ser capaz de ler e adquirir informações sobre o animal de uma distância maior. Significando que ao invés de um fazendeiro ter que escanear todo o pasto para saber a localização e condição de um animal individual, pode-se utilizar uma RPA alto o suficiente para que possa localizar o rebanho e usar sensores RFID para ler as etiquetas do animal de interesse economizando tempo.

4.6 TOPOGRAFIA COM RPA

O levantamento realizado por uma aeronave remotamente pilotada possibilita a identificação de pontos de maneira indireta, reduzindo de forma considerável o tempo de trabalho em campo (Santos et al., 2011).

As fotografias obtidas com o equipamento aéreo possibilitam a tomada de decisão por meio da fotointerpretação, e assim, dados qualitativos e quantitativos, obtidos remotamente, são capazes de obter informações que o olho humano não consegue. O levantamento topográfico é de suma importância nas etapas da produção agrícola, e o uso de RPA é significativo, principalmente quando se trata de agricultura com precisão, pois com seu uso, os resultados são mais ricos em detalhes quando comparada a topografia tradicional.

A fotografia é uma matriz, composta de linhas e colunas, e cada pixel da matriz possui três principais atributos, sendo eles as coordenadas X e Y, e o terceiro depende do tipo de sensor utilizado na RPA, podendo ser a temperatura, a altitude e a radiação.

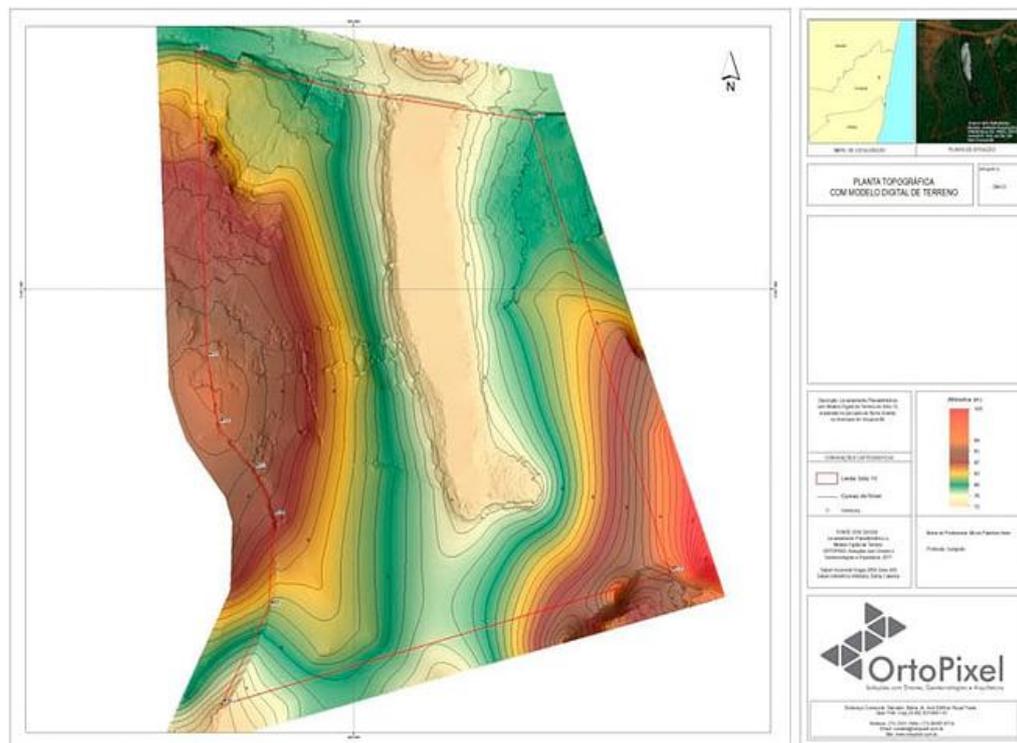
Já em relação a qualidade das imagens geradas, tem-se que ela está intimamente ligada a altura de voo, visto que o tamanho do pixel da imagem e a distância focal da câmera estão atrelados a distância da amostra de solo. A sobreposição lateral e a longitudinal também aparecem como fatores primordiais na geração, uma vez que quanto maior a sobreposição, maior a quantidade de pontos em comum que o software irá detectar. Segundo Ferreira et al. (2013), 60% de sobreposição lateral e 70% de sobreposição longitudinal são os mínimos necessários para garantir uma boa qualidade do produto gerado.

Também aparecem como uma das grandes vantagens uma maior acessibilidade aos terrenos, em especial os de acesso mais difícil, e também aos terrenos com maiores áreas, onde as RPA são responsáveis por uma grande otimização de tempo, e conseqüentemente de custos. Vale salientar que em grandes áreas, na topografia tradicional, não é tão incomum que ocorra problemas como um nível de sobreposição baixo e também falhas na cobertura, resultando em mapas inconsistentes.

Na realização do levantamento topográfico, as RPA são equipadas com câmeras e sensores, e de acordo com o serviço a ser realizado, são definidos os tipos de informações a serem coletadas pelo profissional, para um posterior processamento em algum software próprio. Os levantamentos topográficos são comumente divididos em planimétricos e altimétricos, e o planialtimétrico, que nada mais é que a junção dos outros dois.

O levantamento topográfico permite a obtenção das curvas de nível do terreno favorecendo principalmente o plantio mecanizado assim como as tomadas de decisões com base nas informações obtidas pelas curvas.

Figura 10 – Planta topográfica com curvas de nível



Fonte: Ortopixel (2021).

Um pouco menos conhecidas pelo público em geral, entretanto também muito importantes, estão as ortofotos. São utilizadas principalmente na identificação de problemas nas lavouras e também no desenvolvimento das culturas.

A partir das ortofotos são criados os ortomosaicos. Possuem uma elevada sobreposição, que normalmente varia de 60 a 80%, e também tem as distorções causadas pelo relevo removidas, com todos os elementos em mesma escala, produzindo assim uma representação com proporção idêntica a real, e com riqueza de detalhes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As aeronaves remotamente pilotadas, conhecidas popularmente como drones, são essencialmente robôs voadores. Embora inicialmente concebidos para uso militar, passaram, ao longo dos anos, a serem amplamente utilizados em várias áreas, desde desportos recreativos, combate a incêndios, simulações de voo, dentre outros. Assim, neste estudo, foi apresentado a sua aplicação dentro do setor agrícola na tentativa de demonstrar as suas vantagens produzidas.

Desta forma, passou-se a expor as principais aplicações destes mecanismos tecnológicos na agricultura, mostrando-se de uma atividade bastante abrangente dentro do leque de possibilidades que suas funcionalidades oferecem. Principalmente pelo fato de possuírem plena capacidade de pairarem, decolarem e pousarem em locais de maneira vertical, sendo está uma característica extremamente adequada e favorável para a agricultura.

Além do mais, foi evidenciado a empregabilidade das RPA através da conjugação de câmeras em sua estrutura, permitindo a captura de imagens que passarão a serem utilizadas na identificação e controle de ervas daninhas, análise de solo, monitoramento e contagem de animais, georreferenciamento, entre outros. Podendo assim destacar que, como a maioria das máquinas, as RPA têm a vantagem de fazer trabalhos repetitivos e monótonos de maneira eficiente quando comparado com as atividades desenvolvidas pelos seres humanos.

Ficando cristalizado as vantagens produzidas pelas RPA dentro da agricultura, indo desde a economia de tempo até a redução do trabalho manual, ocasionando, conseqüentemente, uma maior produtividade e rentabilidade.

No entanto, vale destacar, da existência de pontos que acabam tornando a sua empregabilidade como fato desafiador, limitando a sua utilização pelos agricultores. Dentre tais, cita-se o seu custo por apresentarem, os apropriados para o desenvolvimento das atividades agrícolas, altos valores. Sem falar no seu reduzido tempo de trabalho, necessitando serem recarregados constantemente.

Mas mesmo diante a tais limitações, torna-se perceptivo a magnitude pela qual a empregabilidade das RPA em todos os campos da agricultura representam, tornando uma ferramenta altamente favorável e resultante de pontos positivos para o setor agrícola.

REFERÊNCIAS

ALVES, Jéssica Maiara; FANTE, Cilmaria Corrêa de Lima. A herança digital e a tutela jurídica na sucessória. **Academia de Direito**. Editora UNC: Santa Catarina, v. 4. 2022. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/acaddir/article/view/3868/1768>. Acesso em: 15 de agos. de 2023.

AMARAL, Lucas Rios do; ZERBATO, Cristiano; FREITAS, Rodrigo Greggio de; JÚNIOR, Marcelo Rodrigues Barbosa; SIMÕES, Isabela Ordine Pires da Silva. Aplicações de UAVs na Agricultura 4.0. **Rev. Ciênc. Agron.** 51. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/X4YgnkjwTkFBj3YdfThwcnp/?lang=en>. Acesso em: 02 de set. de 2023.

ANGELOV, P. **Sense and Avoid in UAS: Research and Applications**. John Wiley & Sons, 2012.

ARAUJO, Ney Bittencourt; WEDEKIN, Ivan; PINAZZA, Luiz Antônio. **Complexo Agroindustrial: O “Agribusiness” Brasileiro**. São Paulo: Agrocere, 1990.

ASSAIANTE, Bianca Adriana de Souza; CAVICHIOLI, Fábio Alexandre. **Utilização de veículos aéreos não tripulados (Vant) na cultura da cana-de-açúcar**. 2020. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/804/483>. Acesso em: 25 de agos. de 2023.

BARBOSA, Jairo Silveira. **Administração rural a nível de fazendeiro**. São Paulo: Nobel, 1983.

BARBOSA, Marcos Luiz Souza. **Transformação digital no agronegócio: desafios, tendências e oportunidades no campo**. 2022. Faculdade de negócios Metropolitana. Disponível em: <https://faculademetropolitana.edu.br/wp->

content/uploads/2023/03/TCC_final_Marcos_Presencial_2S2022.pdf. Acesso em: 05 de agos. de 2023.

BACHA, C. J. C. **Economia e Política Agrícola no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004.

BARBIZAN, Renan Zaguine; CAVICHIOLI, Fábio Alexandre. Uso de drones na pulverização da agricultura 4.0. **Revista Interface Tecnologia**. 19 (2). 2022. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1454?articlesBySameAuthorPage=2>. Acesso em: 18 de agos. de 2023.

BLISS, E. C. **Como Conseguir que as Coisas sejam feitas**: o ABC da Administração do Tempo. 4º. ed. Rio de Janeiro: Record, 1993.

BOGO, Kellen Cristina. **A história da internet: como tudo começou...**2000. Disponível em: <http://www.jaymesilva.com.br/ahistoriadainternet.htm>. Acesso em: 04 de agos. de 2023.

BOLFE, Édson Luis; BARBEDO, J. G. A.; MASSRUHÁ, S. M. F. S.; SOUZA, K. X. S.; ASSAD, E. D. **Desafios, tendências e oportunidades em agricultura digital no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1126283>. Acesso em: 25 de agos. de 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Agrícola e Pecuário 2011- 2012 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/plano-agricola-pecuario/plano-agricola-e-pecuario-2011-2012.pdf/view>. Acesso em: 28 de agos. de 2023.

CARDI, Marilza de Lourdes. **Evolução da Computação no Brasil e sua Relação com fatos Internacionais**. 2002. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/84366>. Acesso em: 14 de agos. de 2023.

CARDOSO, Morgana Tolentino. **Revolução industrial**: o debate histórico e a teoria clássica da acumulação. 2019. Monografia (Graduação). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/8978/1/MTCardoso.pdf>. Acesso em: 24 de agos. de 2023.

CASTANHO, Roberto Barboza; TEIXEIRA, Matheus Eduardo Souza. A evolução da agricultura no mundo: da gênese até os dias atuais. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research médium**. 8 (1). 2017. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/braziliangeojournal/article/view/50874>. Acesso em: 02 de set. de 2023.

CASTRO, Antônio Maria Gomes de. **Análise da Competitividade de Cadeias Produtivas**. EMBRAPA: Manaus, 2000. Disponível em:

<http://www.suframa.gov.br/download/publicacoes/accp.pdf>. Acesso em: 16 de agos. de 2023.

CLERCQ, M.; VATS, A.; BIEL, A. **Agriculture 4.0: the future of farming technology**. 2018. Disponível em: https://agriculture.basf.com/global/en/about_us/biggest-job-on-earth.html?at_medium=sl&at_campaign=AP_BAW_GLOB_EN_BJOE_TRA_BJOE2022&at_term=agriculture%20business&at_creation=Search_Google_Search_technology&at_platform=google&at_variant=technology. Acesso em: 21 de agos. de 2023.

COBRA, M., RANGEL, A. **Serviços ao Cliente - Uma Estratégia Competitiva**. 2º. ed. São Paulo: Editora Marcos Cobra, 1993.

CORREA, Kenneth. **Administração e Gestão: conceitos, métodos e teorias administrativas**. 2008. Disponível em: <http://www.administracaoegestao.com.br/planejamentoestrategico/conceito-de-planejamento/>. Acesso em: 12 de agos. de 2023.

COVEY, S. R. **Os 7 hábitos das pessoas altamente eficazes**. 12º. ed. São Paulo: Best Seller, 2002.

DOMÍNIO RURAL. Cientistas usam drones com câmeras inclinadas para monitorar gado no pasto. 2022. Portal do agronegócio. Disponível em: <https://dominiorural.com/cientistas-usam-drones-com-cameras-inclinadas-para-monitorar-gado-no-pasto/>. Acesso em: 02 de set. de 2023.

DE SOUZA, D.C. et al. Auxílio de tomada de decisão no manejo e planejamento do plantio de soja com o processo de segmentação de imagens. *ReABTIC*, v. 1, n. 11, p. 11-23, 2019.

EMBRAPA. **O agro brasileiro alimenta 800 milhões de pessoas**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/59784047/o-agro-brasileiro-alimenta-800-milhoes-de-pessoas-diz-estudo-da-embrapa>. Acesso em: 21 de agos. de 2023.

ESPERIDIÃO, Tamara Lima; SANTOS, Tamiris Camargo dos; AMARANTE, Mayara dos Santos. **Agricultura 4.0: Software de Gerenciamento de Produção. Pesquisa e Ação**. 5 (4). 2019. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/download/768/779>. Acesso em: 05 de set. de 2023.

FEIGENBAUM, Armand V. **Controle da Qualidade Total**. v. 1. São Paulo: Editora McGraw-Hill Ltda, 1994.

FERRAZ M. A. J.; PEREIRA J. L. de A. R.; FERRAZ G. A. J.; SANTOS N. L. R. C. Determinação de altura de plantas através da análise de imagens aéreas de milho obtidas com ARP / determinação de altura de plantas de milho através da análise de imagens aéreas de plantas de milho obtidas com ARP. *Brazilian Journal of Development*. v.8, n.1, p.6900-6917. Jan. 2022. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/43255>. Acessado em: 11/08/2023.

FREITAS, Eduardo de. **Agronegócios**. Mundo Educação 2011. Disponível em: <http://www.mundoeducacao.com.br/geografia/agronegocios.htm>. Acesso em: 25 de agos. de 2023.

GARCIA, Elisabeth Virag. **Noções fundamentais para a secretaria**. 2º. ed. São Paulo: Summus, 2000.

GARCIA, Paulo. Sérgio. **A internet como nova Mídia na Educação. Folha de São Caetano**. São Caetano do Sul, 2000. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/EAD/NOVAMIDIA.PDF. Acesso em: 16 de agos. de 2023.

JORGE, L. A. de C.; INAMASU, R Y. **Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em Agricultura de Precisão**. 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114264/1/CAP-8.pdf>. Acesso em: 17 de agos. de 2023.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang.; HELBIG, Johannes. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. Final Report, Acatech, 2013. Disponível em: <http://www.acatech.de/de/publikationen/stellungnahmen/kooperationen/detail/artikel/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-40-final-report-of-the-industr.html>. Acesso em: 19 de agos. de 2023.

Kemp, Simon. DIGITAL 2023 GLOBAL OVERVIEW REPORT. Disponível em: <https://wearesocial.com/wp-content/uploads/2023/03/Digital-2023-Global-Overview-Report.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2023.

KLERKX, L.; JAKKU, E.; LABARTHE, P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. NJASWageningen. **Journal of Life Sciences**, v. 90. 2019.

MARSHALL JUNIOR, Isnard. **Gestão da Qualidade** / Isnard Marshall Júnior, Agliberto Alves Cierco, Alexandre Varanda Rocha, Edmarson Bacelar Mota, Sérgio Leusin. 9º. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.

MAXIMIANO, Antônio Cesar Amaru. **Introdução à administração**. 6º. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. Tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira. São Paulo: UNESP, 2010. Disponível em: <https://codeagro.agricultura.sp.gov.br/uploads/capacitacao/historia-das-agriculturas-no-mundo-mazoyer-e-roudart.pdf>. Acesso em: 26 de agos. de 2023.

MINUCIO, L. F. **Mapeamento com drones: guia completo**. Futurite, 2021.

MEDEIROS, Fabricio Ardais; ALONÇO, Airton dos Santos; BALESTRA, Mônica Regina Gonzatti; DIAS, Vilnei de Oliveira; JÚNIOR, Mário Luiz Landerhal. Utilização de um veículo aéreo não-tripulado em atividades de imageamento georreferenciado. **Cienc. Rural**. 38 (8). 2008. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cr/a/bhndnp7J9fT8hXwZb8LKmcN/?lang=pt>. Acesso em: 16 de agos. de 2023.

MENDES, Luis Gustavo. **Tecnologia no campo**: como ela impacta a produtividade. 2019. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/tecnologia-no-campo/>. Acesso em: 06 de set. de 2023.

MENDES, Judas Tadeu Grassi; PADILHA JUNIOR, João Batista. **Agronegócio**: uma abordagem econômica. São Paulo: Pearson Education, 2007.

MIRANDA, A. C. C.; VERÍSSIMO, A. M.; CEOLIN, A. C. Agricultura de precisão: Um mapeamento da base da Scielo. **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**. 15 (2). 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/home/Downloads/Dialnet-AgriculturaDePrecisao-7328728.pdf>. Acesso em: 12 de set. de 2023.

MOLIN, J. P. Agricultura de precisão: O gerenciamento da variabilidade. Piracicaba, 2001.

PAIVA, Diogo Zappa. **A utilização de drones na agricultura: uma revisão bibliográfica entre 2012 e 2022**. 2023. Dissertação (Mestrado). Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/33986/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Diogo%20Zappa%20Paiva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 de agos. de 2023.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. 2º. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

PENA, R. F. A. **Evolução da agricultura e suas técnicas**. 2022. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/evolucao-agricultura-suas-tecnicas.htm>. Acesso em 20 de agos. de 2023.

PINO, E.V. **Los drones una herramienta para una agricultura eficiente**: un futuro de alta tecnología. IDESIA (Chile). 37 (1). 2019.

RIBEIRO, A. **O que é agricultura?** 2018. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-agricultura.htm>. Acesso em: 03 de set. de 2023.

RIBEIRO, J.; MARINHO, D.; ESPINOSA, J. Agricultura 4.0: Desafios à produção de alimentos e inovações tecnológicas. Catalão: Sienpro, 2018.

RINALDI, Rúbia Nara. **Recursos Humanos para o Agronegócio Brasileiro**: avaliação da oferta e da demanda por profissionais. 2007. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3297/TeseRNR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 e agos. de 2023.

ROSA, Fabrício. **Crimes de informática**. 3º. ed. Campinas: Bookseller, 2007.

SABINO, Rosimeri Ferraz; ROCHA, Fabio Gomes. **Secretariado: do escriba ao web writer: a história, a evolução e as novas competências do secretariado do 3º milênio.** Rio de Janeiro: Brasport, 2004.

SILVA, Leonardo Werner. **A Internet foi Criada em 1969 com o nome de “Arpanet” nos EUA. Folha de S. Paulo.** São Paulo, 2001. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u34809.shtml>. Acesso em: 16 de agos. de 2023.

SILVA, Roni Antonio GARCIA da. **Administração rural: teoria e prática.** 2º. ed. rev. atual. Curitiba: Juruá, 2011.

SIMÕES, M.; SOLER, L; S.; PY, H. **Tecnologias a serviço da sustentabilidade e da agricultura.** Boletim informativo da SBCS. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1080538/tecnologias-a-servico-da-sustentabilidade-e-da-agricultura>. Acesso em: 26 de agos. de 2023.

SOARES FILHO, R.; CUNHA, J. P. A. R. Agricultura de precisão: particularidades de sua adoção no sudoeste de Góias. Engenharia agrícola. 35 (4). **Journal of the Brazilian association of agricultural engineering.**

SOUZA, Adriano Mendonça; GRIEBELER, Deizi; GODOY, Leoni Pentiado. **Qualidade na Prestação de Serviços fisioterápicos** – estudo de caso sobre expectativas e percepções de clientes. Revista Produção. 17 (3). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/FHWpYWwYZNQWxH4G5zLrvWpP/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 05 de set. de 2023.

TEIXEIRA, Alumara Diniz; PAULA, Roberto de. Direito ao esquecimento em herança digital. **JUDICARE: Alta Floresta.** 11 (1). 2017. Disponível em: <http://ienomat.com.br/revista/index.php/judicare/article/view/19>. Acesso em: 28 de agos. de 2023.